

# 気管支肺胞系の被覆組織の構造並びに固形微粒子又は結核菌の経気道性吸収に関する電子顕微鏡的研究

京都大学結核研究所外科療法部 (主任 教授 長石忠三)

国立療養所紫香楽園 (園長 吉村英一博士)

仙 田 善 朗

〔原稿受付昭和33年8月28日〕

## ELECTRON-MICROSCOPIC STUDIES ON THE STRUCTURE OF THE WALL OF BRONCHOALVEOLAR SYSTEM AND THE ABSORPTION OF SOLID PARTICLES OR TUBERCLE BACILLI VIA RESPIRATORY TRACT

by

YOSHIAKI SENDA

Surgical Division (Director . Prof. CHUZO NAGAISHI) of the  
Tuberculosis Research Institute, Kyoto University and  
National Sanatorium, Shigarakien (Director : Dr. EIICHI YOSHIMURA)

With a view to study on absorption of solid particles and tubercle bacilli via respiratory tract, electron-microscopic observations were made on the structure of the bronchoalveolar system and then both electron and light microscopic observations were made on the bronchoalveolar system by injecting Indianink particles and tubercle bacilli into the respiratory tract, using rabbits as materials for investigations, the results of which are as follows:

1) The wall of the respiratory tract that is more medial than the terminal bronchiolus as well as the wall of the terminal bronchiolus are covered with ciliated epithelium, which is composed of ciliated cells, goblet cells and replacing cells. This kind of cells are supported by thin basement membranes.

The Indianink particles or tubercle bacilli that have been injected into the respiratory tract are only attached to the surface of the epithelium at these places and are not absorbed through the wall of the respiratory tract. They seem to be expelled out of the tract by the movement of cilia.

2) Epitheloid lymph tissues that belong to so-called "Extravasculäres Saftbahn-system (KIYARA)" are usually found on the wall of the bifurcating points of the respiratory tracts which are covered with the ciliated epithelium. The bronchial epithelium of such points loses cilia and forms a single squamous epithelium, lymph infiltration reaching just beneath the epithelium. And at such places, Indianink particles or tubercle bacilli are absorbed into the lymph tissue through the connecting part between adjoining epithelial cells. The time needed for passing through

the connecting part is less than five minutes in case of Indianink particles and is about thirty minutes in case of tubercle bacilli.

3) The wall of the respiratory bronchiolus is covered with cuboidal epithelium. At such places, Indianink particles or tubercle bacilli are absorbed into the tissue of the bronchial wall through the connecting part between adjoining epithelial cells. The time needed for the absorption of Indianink particles is about five minutes and is about thirty minutes in case of tubercle bacilli.

4) The Indianink particles or tubercle bacilli that have been absorbed into the tissue of the wall of the respiratory tract through either epitheloid lymph tissue or cuboidal epithelium are mostly transferred into the lymphatics thereabout. And some of them remain at the place where absorption has been made.

5) Most of the Indianink particles or tubercle bacilli that have been transferred into the lymphatics are carried to hilar lymph nodes and are caught there, but some of them are caught by various lymph tissues other than epitheloid lymph tissue.

The time needed for the Indian ink particles to reach the hilar lymph nodes after they have been injected into the respiratory tract is about fifteen minutes, while that of tubercle bacilli is about one hour.

6) The alveolar wall is entirely covered with only one kind of large-sized nucleated alveolar epithelial cells and alveolar wall cells, as named by us, that are special cells of interstitial character are often observed at the connecting parts between adjoining epithelial cells.

7) Alveolar epithelial cell is a large-sized, flat cell, the cytoplasm of which, becoming abruptly thin and extending long, covers the alveolar wall together with several cells of the same kind. The thinnest portion of it is about  $0.1 \mu$ .

The Indian ink particles or tubercle bacilli that have entered the alveolar air space attach themselves on the surface of the epithelium but they are not absorbed into it.

8) Alveolar wall cell, as we call, it, is observed in the interstitial substance of the alveolar wall and a part of its cell body is exposed to the alveolar air space at the connecting part between adjoining epithelial cells. Numerous cytoplasmic projections that are considered to be pseudopods are observed in such places.

The Indianink particles or tubercle bacilli that have entered the alveolar air space are subjected to phagocytosis of the alveolar wall cells. In other words, alveolar wall cell, as named by us, is a phagocyte originated from the interstitial substance of the alveolar wall and seems to play a leading role at least during an early stage of inflammation brought about via respiratory tract.

9) Some isolated cells are seen in the alveolar air space. They are so-called dust cells. They seem to be the alveolar wall cells that are isolated in the air space and are in the transforming stage, judging from the resemblance of shape and internal structure.

10) As mentioned above, the Indianink particles and tubercle bacilli that have entered the respiratory tract are either expelled by ciliated cells or absorbed

by epitheloid lymph tissues into lymphatic system and thus they are prevented, as much as possible, from entering the alveolar air space. When some of them enter the alveolar air space, they are eaten up by alveolar wall cells or so-called dust cells and are prevented from being absorbed directly into the blood. Thus, the structure of the bronchoalveolar system is so arranged that it can prevent the invasion of foreign objects and bacilli into the air space as much as possible and that, even when they have entered the air space, it can keep the injury within the least possible limit.

The fact that the wall of the respiratory tract is provided with such defensive means is, indeed, quite interesting.

## 第1篇 気管支肺胞系の被覆組織に関する電子顕微鏡的研究

### 目 次

#### 緒 言

#### 第1章 研究材料及び研究方法

#### 第2章 研究成果総括並びに考按

#### 第1節 気管支壁の被覆組織

#### 第1項 絨毛上皮

#### 第2項 立方上皮

#### 第2節 肺胞壁の被覆組織と我々のいう肺胞壁細胞

#### 第3節 気道壁のリンパ組織

#### 結 論

### 緒 言

固形微粒子や細菌類が経気道性に吸収されることは、珪肺症や肺結核症の場合をみても明らかである。

物質の経気道性吸収に就いては、種々の観点から検討されているが、吸収部位や吸収時間に就いては個々の研究者によりかなりの見解の相違があるようである。

又肺胞壁からする固形微粒子や細菌類の吸収の場合に就いては、多くの検討がなされているが、本問題に就いては果して吸収されるか否かさえも明らかではない。

これは、肺胞壁の構造が極めて微細な為に、在来のような光学顕微鏡による観察法では、その構造や機能を的確に知ることが出来なかつたからだと考えられる。

以上のように、固形微粒子や細菌類の経気道性吸収なる問題を解明するには、これに先立ち気管支肺胞系の構造を明らかにする必要があるが、又これとは逆に、物質の吸収状態を明らかにすることにより、その部の構造を有機的に把握し得る場合もあるかと思われる。

以上の観点から、著者は昭和30年5月以降、気管支

肺胞系の被覆組織の構造と固形微粒子及び結核菌の経気道性吸収なる問題に就いて主として電子顕微鏡的に検討した。

第1篇では気管支肺胞系の被覆組織の構造に就いて述べる。

気管支肺胞系の被覆組織の中、肺胞壁に就いては著者の同僚板木等により一通り検討されているので、今回は気管支肺胞系の全般に亘つて被覆組織の構造を明らかにし、併せて肺胞壁の構造に就いても更に詳細に検討した。

### 第1章 研究材料及び研究方法

研究材料は健康な成熟家兔10羽であり、何れもラボナール麻酔下に腹部大動脈を切断して失血死せしめ、次のような方法によつて観察した。

#### 1) 電子顕微鏡的観察

腹部大動脈を切断すると同時に開胸し、可及的速かに肺組織の小片を切取つて、Palade<sup>7)</sup>法に準じて固定及び包埋を行い、島津製小林氏型及び日立製作所のUM-2型ミクロトームを用いて超薄切片を作製した。

切片はすべて0.02 $\mu$ 乃至0.05 $\mu$ の厚さに作製し、包埋剤を除去することなく、日立製作所のHU-10型及び

HU-6型、島津製作所のSM-7型及び明石製作所のTRS-50型電子顕微鏡を用いて観察した。

## 2) 光学顕微鏡的観察

電子顕微鏡標本作製の組織片を切取つた残りの肺は、気管から10%の中性ホルマリン液を注入して、肺門リンパ節と共に中性ホルマリン液中に浸して固定した後、型の如くパラフィン包埋を施した。

組織標本はすべて、厚さ7 $\mu$ 内外の切片としたが、立体的関係を検討する必要がある場合には、同程度の厚さの連続切片を作製した。

尚、切片の染色法としては、主としてH-E染色法を用いたが、必要に応じて他の特殊染色法をも行つた(緒方<sup>64)</sup>。

## 第2章 研究成績綜括並びに考按

### 第1節 気管支壁の被覆組織

#### 第1項 繊毛上皮 (ciliated epithelium)

Laurentius (1602<sup>45)</sup>) が、気管及び気管支壁が“membrane”で覆われていることを始めて記載して以来、気管及び気管支の上皮の形態に就いては多くの研究が発表されてをり (Morgagni (1712<sup>56)</sup>), Henle (1837<sup>27)</sup>), Kölliker (1854<sup>40)</sup>), Knauff (1867<sup>39)</sup>), Schulze (1867<sup>77)</sup>), (1871<sup>78)</sup>), Frey (1874<sup>23)</sup>), Frankenhauser (1879<sup>21)</sup>), Drasch (1879<sup>14)</sup>), (1881<sup>15)</sup>), Waller & Björkman (1882<sup>88)</sup>), Bockendahl (1885<sup>8)</sup>), Behrens et al. (1891<sup>6)</sup>), v. Ebner (1902<sup>17)</sup>), Meves et al. (1914<sup>51)</sup>), Saguchi (1917<sup>75)</sup>), Kopsch (1926<sup>43)</sup>), Miller (1932<sup>53)</sup>), Clara (1936<sup>12)</sup>), Hayek (1953<sup>25)</sup>), 長石等 (1957<sup>38)</sup>), 現在では気管から終末細気管枝にいたる間の気道壁が繊毛上皮によつて覆われていることは周知の通りである。そして、中枢部に於ける気管支上皮は仮性多列円柱繊毛上皮であるが、末梢部にいたるに従つて単層の円柱繊毛上皮に移行している。

気管及び気管支の繊毛上皮を構成している細胞は、第1図のように、繊毛細胞 (ciliated cell), 杯状細胞 (goblet cell) 及び補充細胞 (replacing cell) 又は基底細胞 (basal cell) 等であつて、これらの細胞は何れも基底膜 (basement membrane) と呼ばれる膜で支えられている。

この方面に関する電子顕微鏡的研究としては、H. Engström (1951<sup>19)</sup>), G. Bloom et al. (1953<sup>7)</sup>), H. Engström et al. (1952<sup>20)</sup>), J. Rhodin et al. (1954<sup>73)</sup>), (1956<sup>74)</sup>), 内野 (1956<sup>87)</sup>) 等があり、中でも J.

Rhodin et al. (1956) はラットの気管上皮に就いて非常に詳細な研究を行つている。

又、比較的細い気管支の上皮に就いては H. Karrer (1955<sup>25)</sup>), A. Policard et al. (1955<sup>72)</sup>), C. G. Harford et al. (1954<sup>24)</sup>) 等の研究があるが、これらは何れも主として病的な上皮に就いて述べており、正常構造に就いてはあまり詳しくは論じていない。

#### 1. 繊毛細胞 (ciliated cell)

繊毛上皮を構成する細胞の中で最も主要なものであつて、名の示すように、気道の内腔に向う表面に多数の繊毛を有している。

繊毛 (cilia) の数は、著者が電子顕微鏡写真から計測したところでは、1平方ミクロンについて約8本であつて、1個の繊毛細胞の遊離端の表面積は約40平方ミクロンであるから、1個の繊毛細胞について約320本存在していることになる。

繊毛の長さは平均4.8 $\mu$ 、巾は平均0.17 $\mu$ であつて、概ね円柱状を呈している。

繊毛の内部には、第2図のように、その中心に2本、周辺に9本の電子密度の高い線条 (filament) があり、繊毛の長軸に平行にその全長にわたつて存在しているが、9本の周辺線条は詳細にしらべると各々2本の小線条 (subfilament) からなつている。

繊毛の根部には、第3図及び第4図のように、基底小体と呼ばれる0.6 $\mu$ ×0.3 $\mu$ の小体が認められるが、この小体は細胞表面から約0.5 $\mu$ の深さのところにあつて、9本の周辺線条はこの小体に続いているような所見を呈している。基底小体の中心部は電子密度が低く、従つて明澄に見える。

繊毛の表面は明瞭な膜によつて覆われており、この膜は繊毛細胞膜に続いている。

このような繊毛の他に、繊毛の間には、第5図のように、多数の小突起が存在している。

このものは小繊毛 (microvilli) と呼ばれ、長さは平均0.8 $\mu$ 、巾は平均0.09 $\mu$ の円柱状を呈しており、その表面は繊毛細胞の細胞膜に続く膜で覆われている。又、その基質は細胞質と同様の所見を呈している。

Rhodin et al. (1956) によれば、このような小繊毛は根部で互に連絡して繊毛をとり巻いている。繊毛細胞の細胞体は、部位によつて多少差があるが、概ね高さ7.5 $\mu$ 、直径4 $\mu$ の円柱状を呈し、その表面は細胞膜によつて覆われている。

細胞質は比較的疎であつて微細顆粒状を呈し、中にミトコンドリア、空泡及び粗大顆粒等を容れている。

ミトコンドリアは細胞体内到るところに見出されるが、特に基底小体のすぐ下、即ち、気管支の内腔に近い部分に多く分布しており、形は概ね円形乃至楕円形である、その表面は明らかな膜によつて覆われており、基質は微細顆粒状であつて、細胞質に比してやゝ電子密度が高い。

核は細胞体の中央か、やゝ基底部に近く位置し、略々楕円形であるが、深い切れ込みを認めることもある。その表面は核膜で覆われており、核質は微細顆粒状であつて、細胞質に比して著しく電子密度が高い。

又、核の内部には2乃至3個の核小体をも認めることがある。

## 2. 杯状細胞 (goblet cell)

杯状細胞はKnauff (1867<sup>39</sup>), F. E. Schulze (1867<sup>77</sup>), (1871<sup>78</sup>) 等によつて気管支上皮中に存在することが発見されたものであつて、繊毛細胞の間に介在しており、H-E染色標本に於いてはビール樽状の明澄な胞体を有する細胞として認められるが、電子顕微鏡で観察すると、第6図のように、概ね円柱状を呈しており、細胞質は繊毛細胞に比して著しく電子密度が高く従つて暗く見える。

細胞表面は細胞膜で覆われており、隣接する繊毛細胞内にくい込むように突出していることが多い。併しながら2個の杯状細胞が隣り合つて存在している場合にはこのような突起は著明でなく、両細胞間には不規則な形の細胞間隙が認められるにすぎない。

又、杯状細胞の遊離端は、繊毛細胞のそれよりも著しく気道腔内に突出していることが多い。

細胞質は前述のように、他の細胞よりも著しく電子密度が高いのであるが、これは電子密度の高い微細顆粒が密に分布している為である。

細胞質内にはこの他ミトコンドリア、空泡、粗大顆粒及び膜様構造物等を容れている。

ミトコンドリアは細胞体内到るところに存在し、繊毛細胞に見られるような偏つた分布を示す傾向は認められず、且つ、数も繊毛細胞に比して少ない。その表面は明らかな膜で覆われており、基質は細胞質と殆ど同程度の電子密度を有している。

粗大顆粒は極めて特徴的であつて、それが多数存在するときには細胞体が顆粒で充満しているかのような所見を呈する。これらの顆粒の電子密度は低く、多くの場合にその内部に小顆粒からなる網状構造を認める。

このような粗大顆粒は粘液顆粒と思われるものであ

つて、第7図のように、細胞体の遊離縁に近い部分程密に分布しており、顆粒相互の間では細胞質が細く帯状になっている。このような部位に於いては屢々顆粒が接近して、その間にある細胞質の帯が断裂し、顆粒が融合する傾向が認められる。そして、このような顆粒の集団が細胞体の遊離縁から離れて、気道腔内に放出されている所見が屢々認められる。

杯状細胞の核は細胞体の基底部に近く位置し、その表面は核膜によつて覆われており、概ね楕円形を呈するが、又、屢々深い切れ込みを有する。核質は微細顆粒状である。

杯状細胞の本態に就いては、繊毛細胞が粘液変性に陥つたものであるともいわれており (Waller & Björkman (1882<sup>88</sup>), Merkel (1902<sup>51</sup>), Kölliker (1854<sup>42</sup>,<sup>41</sup>)), 又、杯状細胞はそれ自体で分裂増殖する細胞であるとも考えられている (Hayek (1953<sup>51</sup>))。

この細胞が粘液顆粒を含むことは組織化学的にも証明されているが、そのような粘液生成がGolgi器官と関係があることを報じているものもある (Galeotti (1895<sup>23</sup>), Bowen (1914<sup>9</sup>), Nassanow (1924<sup>62</sup>), Clara (1926<sup>11</sup>), Dornesco & Valverde (1930<sup>12</sup>), Järvi (1935<sup>34</sup>), Huber (1945<sup>29</sup>))。

前述のような杯状細胞と繊毛細胞との間の特異な結合状態は、繊毛細胞相互の間には認められず、且つ又、著者がしらべたところでは繊毛細胞と杯状細胞との移行型と思われるような細胞は存在しない。従つて杯状細胞は本来、繊毛細胞とは別個の細胞であると考えられるが、本細胞の機能に就いては、次のような事実からして、粘液の生成及び分泌を司る細胞であろうと考えられる。

即ち、杯状細胞の細胞体内に存在する粘液顆粒の量は個々の細胞によつて著しく差があり、これを殆ど認め難いものもあるが、かゝる細胞に於いても、繊毛を欠如していること及び細胞質の電子密度が著しく高いこと等から、その細胞が杯状細胞であると明らかに判定される。粘液顆粒を多量に含む細胞に於いては、細胞体の遊離縁に近い部分は全く粘液顆粒によつて充たされており、この顆粒は細胞の遊離縁にごく近い部分では屢々融合して大きくなる。そして、このような顆粒の集団が前述のように気道の内腔に脱落している所見を屢々認めうるのである。

以上のような、杯状細胞の一連の形態の変化から推測して、本細胞が粘液の生成とその分泌に与つていることは略々確実であろうと考えられる。

このことは更に、腸粘膜の上皮中の粘液分泌細胞である杯細胞に関する研究からも類推される(Moe(1955<sup>55)</sup>), Huber (1945<sup>29)</sup>)),

### 3. 補充細胞 (replacing cell)

この細胞はC. Frankenhauser(1879<sup>21)</sup>), C. Waller & G. Björkman (1882<sup>88)</sup>)等によつて記載されたものであつて、基底細胞 (basal cell)とも呼ばれている。

絨毛上皮を構成する他の細胞、即ち、絨毛細胞や杯状細胞は、細胞体の一端を基底膜上に支えられ、他端は気道腔に面しているが、補充細胞は、第8図のように、基底膜の直上部にこれに接して存在しており、気道内腔には露出してゐない。その形は周囲との関係によつて異なり、その大きさは一般に絨毛細胞や杯状細胞に比して著しく小さい。

細胞質は微細顆粒状を呈しているが、絨毛細胞のそれよりも若干電子密度が高い。

ミトコンドリアは細胞体内の全般に亘つて存在するが、その数は少なく、その表面は明らかな膜で覆われており、基質は微細顆粒状で細胞質よりも電子密度が高い。

細胞の表面は細胞膜によつて覆われており、屢々不規則な突起を認める。又、時には基底膜から離れて存在するような細胞もみられる。

補充細胞の本態に就いては、補充細胞は中間細胞 (intermediate cell) を経て絨毛細胞や杯状細胞になるとも云われ (Drasch (1879<sup>14)</sup>), (1881<sup>15)</sup>)), 又、上皮間に遊走して来たリンパ球や白血球であるとも考えられているが (Rhadin & Dalhamn (1956<sup>74)</sup>)), 不明である。

以上のような細胞以外に絨毛上皮中にはなお二、三の細胞が記載されている。

即ち、Frankenhauser (1879<sup>21)</sup>)やWaller & Björkman (1882<sup>88)</sup>)は絨毛細胞や杯状細胞の間に混つて細長い形をした細胞が存在していると述べこれを支持細胞(supporting cell)又は中間細胞 (intermediate cell)と呼んでおり、又 Rhodin & Dalhamn(1956<sup>74)</sup>)はラッテの気管上皮中に、絨毛細胞や杯状細胞の間に特殊な細胞を記載し“brush cell”と呼んでいる。彼によると、この細胞はその遊離縁に、一見して絨毛細胞の絨毛とは異なるブラシ様の突起を有し、気道腔からの吸収を司る細胞であるとされているが、これらの細胞の存否についても現在ではまだ定説はないようである。

### 第2項 立方上皮 (cuboidal epithelium)

立方上皮は呼吸細気管枝附近にみられる上皮であつて、呼吸細気管枝はその一部を立方上皮で覆われており、その他の部分からは肺泡が突出している。

その上皮細胞の形態は第9図にみられる通りである。

即ち、上皮細胞は比較的多形性を示すが、多くは長円柱状を呈し、核は極めて大きく、細胞体の大部分を占めている。核の形は、気道腔内に突出している部分は概ね円柱状であるが基底部に於いては樹根状又は齒根状に分岐していることが多い。核の表面は明らかな核膜で覆われており、核質は微細顆粒状で、その電子密度は細胞質に比して高い。

細胞質は比較的乏しく、部位によつてはごく薄い膜状になつて核をとり囲んでいるにすぎない。

細胞質内には多くの場合に特殊な封入体が存在している。このものは細胞質よりも更に電子密度が低く、従つて明澄にみえる。その形は概ね楕円形であつて、核及び細胞質とは明らかな膜によつて境されている。その大きさは長径  $1\mu$  乃至  $4\mu$  であつて、大きいものは細胞全体の約半分の大きさに達している。その所在部位は一定せず、細胞の基底部にあることもあり、又、遊離縁に近く存在することもある。そして、基底部以外の部位、即ち、細胞質の少ない部位に存在している場合には、核は封入体に接する部位で圧迫されたかのように陥凹している。

この封入体の本態乃至意義に就いてはなお不明で目下検討中である。

第2節 肺泡壁の被覆組織と我々のいう肺泡壁細胞  
肺の構造に就いては古くから研究されており (Malpighi (1697<sup>49)</sup>)), 肺泡の微細構造に就いても既に1840年代に記載されている (W. Addison (1842<sup>2)</sup>), T. Addison(1843<sup>1)</sup>)).

特に、肺泡壁の被覆組織に関してはその後多くの研究者によつて検討されているが、種々な説があつて意見の一至をみるに至つていない。

即ち、肺泡壁の細胞性被覆に関する在来の学説は大別して次の三つに分けられる。

第1の説は、肺泡壁は小型の有核細胞と大型の無核扁平細胞との二種類の細胞によつて隈なく覆われているとするものであつて、これは C. J. Eberth (1862<sup>16)</sup>), E. Elenz (1863<sup>18)</sup>)に始まり、F. E. Schulze(1871<sup>78)</sup>)の猫の胎児肺に関する研究、更に A. Kölliker (1851<sup>11)</sup>)の人に関する同様な研究に基いてうち建てられた学説であつて、最もひろく支持されている

(Ogawa (1920<sup>67)</sup>68), (大正6<sup>66</sup>), 清野 (大10<sup>37</sup>), 真島 (大5<sup>50</sup>), Macklin (1939<sup>48</sup>), Miller (1950<sup>54</sup>)).

第2は, A. Oettel (1905<sup>69</sup>)によつて説えられた学説であつて, 彼は Kölliker 等の云う無核扁平上皮は有核上皮の突起に他ならず, 胎生期のみならず, 出生後に於いても肺胞上皮は唯一種類であると主張しており, この説は G. Seemann (1931<sup>79</sup>), M. Clara (1936<sup>12</sup>), 赤崎 (昭和18<sup>3</sup>), 保坂 (昭17<sup>28</sup>) 等によつて支持されている。

又, これと類似の説として H. v. Hayek (1953<sup>25</sup>)のそれがある。即ち, 彼は肺胞上皮細胞は肺胞壁の1/10以上の部分を覆つており, 上皮細胞が時に突起を持ち, 時に突起を持たない細胞としてみられるのは, 肺胞上皮がその機能状態に応じて形を変化する為であるといつてゐる。J. L. Bremer (1904<sup>10</sup>), 山田 (昭28<sup>89</sup>), 田丸 (昭28<sup>83</sup>) 等の考え方もこれに近いものと云える。

第3に, 肺胞壁が上皮性被覆を有しているという説に対して, 非上皮性被覆を主張する説がある。即ち, 肺胞壁に見られる有核細胞は, すべて組織球又は未分化の間葉性細胞であるという考え方であつて, このような考え方は F. J. Lang (1929<sup>44</sup>), A. Policard (1948<sup>11</sup>) 等によつて代表されている。

肺胞壁の被覆組織に関する電子顕微鏡的研究としては, 先ず F. N. Low (1953<sup>49</sup>)のそれがあげられる, 彼は肺胞上皮細胞の原形質層が基底膜の表面を覆い, 肺胞腔に面していること及びそのような肺胞上皮細胞が健康肺に於いて常に認められることを記載しているが, 細胞質が連つている部分は極めて薄く, 電子顕微鏡によつても上皮細胞の連続として認めることは困難であるといつてゐる。

次いで, R. H. Swigart (1954<sup>81</sup>)は, 肺胞腔と毛細血管との間に或種の物質が存在することは認めているが, これは上皮細胞の一部ではなくて, 肺胞中隔物質の続きであると述べてゐる。

これに対し長石, 長沢, 板木等 (1955), (1956), (1957), (1958)<sup>30-33, 57</sup>58<sup>60, 61</sup>)は肺胞壁は肺胞上皮細胞なる唯一種類の細胞によつて隈なく覆われており, その接合部と思われるところには, 肺胞壁細胞と呼ばれる特殊な細胞が存在していると述べてゐる。

又, 高木等 (1956<sup>82</sup>)も肺胞上皮に関する研究を発表しているが, 彼等は肺胞上皮を二種に分け, A型上皮細胞及びB型上皮細胞なる名で呼んでいる。こゝにいうA型細胞は長石等の肺胞上皮細胞に一致し, B型細胞は肺胞壁細胞と一致した所見を呈するものを指し

ているようである。

以下これらの先人の業績を批判しつゝ著者の得た所見を中心にして肺胞壁の微細構造に就いて述べることにする。

### 第1項 肺胞上皮細胞

肺胞上皮細胞の形態は第10図に示す通りである。

即ち, この細胞は極めて大型の扁平な形をした細胞であつて, 細胞質は核の周囲部では比較的量が多く, 核と共に肺胞腔内に突出しているが核からはなれた部位では急に厚みを減じて, 最もうすいところでは0.1 $\mu$ 程度の薄膜になつて肺胞壁の表面を覆つてゐる。

この膜状にのびた細胞質が肺胞腔に接する面は細かい波状を呈し, 部位によつては鋸歯状となつてゐるが, その反対側の面は比較的滑らかであつて, この面に接して, 電子密度の高い, 厚さ0.05 $\mu$ 内外の膜状の層が認められる。この薄膜は基底膜 (basement membrane) と呼ばれるものである。

上皮細胞の細胞質は比較的電子密度が低く, 且つ微細顆粒状を呈している。

ミトコンドリアは比較的少なく, その多くは核の周辺に認められるが, 薄膜状に延びた部位にも少数ながら存在している。

ミトコンドリアの大きさは, 多くのものに於いて直径0.1 $\mu$ 乃至0.2 $\mu$ の円形を呈しており, その表面は明らかな膜で覆われ, 基質は細胞質に比してやゝ電子密度が高く, 且つ微細顆粒状である。

細胞質内にはこれ等の他に, ごく少数の空泡を認めることがある。

核は細胞質に比して比較的小さく, 表面は明瞭な核膜で覆われて概ね楕円形を呈している。核質は細胞質に比して遙かに電子密度が高く, 微細顆粒状である。

基底膜は厚さ0.05 $\mu$ 内外の薄膜であつて電子的に均質で且極めて電子密度の高い物質からなつており, 肺胞壁の最も基本的な支持組織と考えられるものである。

肺胞壁の毛細血管内皮細胞も肺胞上皮細胞と類似の形態を有し, 常にそれ自身の基底膜を伴つてゐる。そして, 肺胞壁が薄い部位では間質組織が認められず, 肺胞上皮と毛細血管内皮とは両者の基底膜によつて互に接し合つてゐる。この為には, このような部位では基底膜は唯一枚のようにみえるが, 実は, 第11図のように, 上皮側と内皮側との二枚の基底膜が合しているのである。

肺胞上皮細胞の電子顕微鏡的な所見は以上に述べた

通りであるが、長百等もいつているように、肺は極めて伸縮性に富んだ器官であつて、組織の固定という点で悪条件を備えている。従つて材料の選定如何によつて、その実験成績に著しい相違を来すことも当然考えられるのであつて、新鮮な状態でよく固定された材料を用いた研究者達は光学顕微鏡によつてさえも、肺胞上皮の突起を観察したり、血管の露出部を覆う上皮細胞の原形質突起を観察している。

このような、材料選定の問題に加えるに、顕微鏡の分解能がこの方面の研究に決定的な制約を与えている。

即ち、笹川<sup>70)</sup>によれば光学顕微鏡の分解能は $0.2\mu$ を超えることが出来ないのであるが、肺胞上皮の構造は、薄いところでは $0.1\mu$ 内外であつて、肺胞領域に於いて解明されなければならない構造の多くが光学顕微鏡的に不可視の状態におかれている(長石<sup>57)57)60)</sup>。

従つて肺胞壁の構造に関して、従来種々な説があつて意見の一致を見ないのは、このような研究材料及び研究方法の不備に基いているのである。

さて、肺胞壁の細胞性被覆に関する従来<sup>の</sup>学説の中で、Policard 等の非上皮細胞説に於いては肺胞壁には上皮性の被覆組織は存在しないと主張しているが、電子顕微鏡で観察すると肺胞壁の如何なる部位に於いても常に、その内壁を覆う肺胞上皮細胞又はその細胞質の延長した薄膜が認められるのであつて、非上皮説は明らかに誤りである。

又、Oppel, Seemann, Clara, 赤崎及び保坂等による肺胞上皮一種説は肺胞上皮は非連続性であつて、上皮細胞は肺胞壁に散在しているにすぎないと主張するのであるが、これは肺胞上皮細胞の細胞質の延長部を見落した為に起つた誤りであつて、電子顕微鏡によれば肺胞上皮は明らかに連続性を示している。

次に、Kölliker 等の肺胞上皮二種説に於いては、肺胞上皮が連続性を示すという点で従来<sup>の</sup>組織学的な通念に合致するものであつて、この学説が多くの支持者をもつているのはこの為であると考えられる。

この説にいう無核扁平細胞に対しては、その存在を否定している研究者もあるが(Clara(1936<sup>12)</sup>、赤崎(昭18<sup>3)</sup>)), 有核細胞の突起、或は何か薄い膜様物が肺胞壁内面に存在することは多くの研究者によつて認められている(Oppel(1905<sup>69)</sup>、真島(大9<sup>50)</sup>、阿久津(1933<sup>4)</sup>、田丸(昭28<sup>83)</sup>、山田(昭28<sup>89)</sup>、Hayek(1953<sup>25)</sup>))。

ところで、電子顕微鏡によつて検討したところでは、肺胞上皮細胞の細胞質が、核からはなれた部位で急に薄くなつて、肺胞壁の内面を連続性に覆つている所見

が認められるのみであつて、無核扁平細胞と思われるようなものは認められない。しかもこれは肺胞壁の如何なる部位に於いても同様であるから、従来考えられていた無核扁平細胞なるものは、実は肺胞上皮細胞の細胞質が延長して出来た薄膜状の部分<sup>を</sup>指すものであり、又、小型有核細胞といわれていたものは、実は核及びその周囲の比較的細胞質に富む部分<sup>を</sup>指すものであると考えられるのである。

このように、一種類の肺胞上皮細胞を二種類の細胞として認めるようになった原因は、核及びその周囲部のみが光学顕微鏡によつて明瞭に認められ、その他の部分は、部分的にしか認められず、従つて上皮細胞の連続とは判断し難い為である。

又、高木等<sup>82)</sup>はラットの正常肺を電子顕微鏡的に観察して、肺胞上皮細胞に二種類ありとし、夫々A型上皮細胞及びB型上皮細胞なる名を附している。

こゝにいうB型上皮細胞は、その所見からして著者らのいう肺胞壁細胞をさすものと考えられるが、肺胞壁細胞は次に述べるように明らかに非上皮性の細胞であるから、これを“上皮細胞”の名で呼ぶのは適当でないと考えられる。

## 第2項 我々のいう肺胞壁細胞

肺胞壁が肺胞上皮細胞によつて隈なく覆われていることは前述の通りであるが、このような肺胞上皮細胞の接合部には屢々肺胞壁細胞と呼ばれる特殊な細胞が存在している。

この細胞は、第12図のように、肺胞壁の間質中にあつて、その表面を一部肺胞上皮で覆われ、一部肺胞腔内に露出している。そして、肺胞腔内に露出している部分ではその細胞表面から多数の突起を出している。このような所見からして、この細胞は明らかに非上皮性の細胞と考えられる。

肺胞壁細胞の核は比較的小さく、且つ、多形性を示す。その表面は核膜で覆われており、核質は細胞質に比して遙かに電子密度が高く、且つ、微細な網状乃至顆粒状を呈している。

細胞質は核に比して量が多く、肺胞上皮の細胞質よりもやゝ電子密度が高く、且つ粗大な感じを与える。

細胞質内には、第13図のように、多数のミトコンドリア及び封入体を容れている。

封入体は多くの場合に直径 $0.5\mu$ 乃至 $1\mu$ の円形を呈し、表面は明らかな膜で覆われており、その内部は極めて電子密度の高い物質からなる微細網状構造を呈している。

かゝる封入体は肺組織内に存在する他の如何なる細胞にも認められず、従つて、封入体の存在により一見して肺胞壁細胞を識別しうるのである。

例えば、この細胞が肺胞腔内に露出している程度は種々であつて、細胞体の一少部分のみを露出しているものから、殆ど肺胞腔内にあつて細胞体の一部で辛うじて肺胞壁と接触を保つているもの、更に完全に肺胞腔内にあるもの等があるが、その何れに於いても封入体が存在することによつて肺胞壁細胞であることを確認することが出来る。

なお肺胞腔内に遊離性に存在している細胞の中で所謂塵埃細胞 (so-called dust cell) と呼ばれる細胞があり、著者らはこの細胞は肺胞壁細胞が肺胞腔内に遊出したものに他ならないと考えているが、以下、肺胞壁と連絡を保つているものを“肺胞壁細胞”肺胞腔内に遊離しているものを“所謂塵埃細胞”と一応区別して述べることにする。

肺胞壁細胞が肺胞腔に露出している程度は前述のように種々であるがこの際興味あることは、封入体の形態が著明に変化することである。

即ち、第14図のように、細胞体の大部分が肺胞壁中にあるような肺胞壁細胞に於いては、封入体は微細網状構造を呈するが、肺胞腔への露出の程度がすゝむにつれて網状構造は粗となり、肺胞壁からまさに離れようとしているものや、所謂塵埃細胞に於いては、封入体の網状構造は失われて空泡状になり、電子密度の極めて高い物質がその中に塊状になつて存在するか、又はその内縁に同心円状に附着するようになることが多い。

このような封入体の本態に就いてW. Kikuth et al. (1956<sup>36</sup>) は、ミトコンドリアが変化したものであろうと述べている。

併しながら、著者が検討したところでは、この封入体は、肺胞壁細胞が肺胞壁内にとどまつているような場合、つまり機能的に静止の状態にあると思われるような場合にも既に典型的な形態を示しており、墨汁や結核菌等の気道内注入による刺戟が加わつたときにもミトコンドリアは著明な変化を示さず、且つ、封入体とミトコンドリアとの移行型と思われるようなものは認められない。

これらのことからして封入体はミトコンドリアとは別個のものであろうと考えられる。

肺胞壁細胞のミトコンドリアは極めて数が多く、その形は円形から棍棒状にいたるまで雑多な形を呈し、大きさも種々である。表面は明瞭な膜で覆われており、

基質は微細顆粒状で電子密度は細胞質よりも高い。基質内には又、屢々著明な膜様構造が認められる。

肺胞壁細胞の本態に就いては、この細胞がその遊離表面に突起を有すること及び肺胞腔内に露出している程度が種々であること等から、喰作用及び遊走能を有することが推測される、つまり肺胞壁所在の喰細胞と考えられるのであるが、この点に関しては第2篇に於いて詳しく検討することにする。

以上、要するに、肺胞壁は肺胞上皮細胞なる唯一種類の細胞によつて隈なく覆われており、その接合部には非上皮性の細胞である肺胞壁細胞が屢々認められる。

肺胞壁細胞は肺胞壁中にあつて、細胞体の一部を肺胞上皮で覆われ、一部を直接肺胞腔内に露出しているが、刺戟に応じて肺胞腔内に遊走し、喰作用を営むものと考えられる。

### 第3節 気道壁のリンパ組織

肺内にリンパ組織が存在していることは多くの研究者によつて確められており (Kölliker(1854<sup>41</sup>), Arnold(1863<sup>5</sup>), Klein(1875<sup>38</sup>), Turner(1877<sup>86</sup>), Frankenhauser (1879<sup>21</sup>), Stör & Kölliker (1881<sup>80</sup>), Told(1888<sup>84</sup>), Lüders(1892<sup>47</sup>), Heller & Schrötter (1897<sup>26</sup>), v. Ebner(1899<sup>17</sup>), Merkel(1902<sup>51</sup>), Opper(1905<sup>69</sup>), 鳥居(昭6<sup>5</sup>), Ogo(1935<sup>65</sup>), 西川(昭15<sup>63</sup>), Miller (1950<sup>54</sup>), 長石(昭33<sup>59</sup>)), これらは普通筋膜下リンパ組織、血管壁リンパ組織及び気道壁リンパ組織等に分類されている。

気道壁のリンパ組織に就いて、西川<sup>63</sup>)はこれを更に上皮型、固有板型及び外膜型の3型に分類している。この中で後二者は構造及び機能に就いてよく似ているので、機能との関連に於ける構造なる観点からして、こゝでは一つのものとして扱うことにする。

#### 第1項 上皮型リンパ組織

気道壁に存在しているリンパ組織の中には、リンパ球浸潤が上皮細胞の直下に迄及んでいるものがあつて、かゝるリンパ組織は上皮型リンパ組織と呼ばれている(西川<sup>63</sup>)。

この種のリンパ組織は絨毛上皮で覆われた気道壁に見出されるが、その殆どが気管支の分岐部に存在しており、分岐部の中でも大部分は分岐尖部に存在している。

又分岐部に対する出現頻度は、中枢部の気管支に到るにつれて大となる。

上皮型リンパ組織が存在している部位に於いては、

第15図のように、気管支上皮は繊毛を失つて単層の扁平上皮の形をとつており、リンパ球浸潤がこの上皮細胞の直下迄及んでいる。

被膜は殆どすべてのリンパ組織に於いて不完全であつて、リンパ球浸潤は被膜の外側に於いても認められることが多い。

このリンパ組織の拡がり、は、上皮直下から軟骨の内側までのこともあり、又、時には軟骨片の間を通つてその外側まで拡がっていることもあつて一定せず、その形は、分岐側部又は分岐部以外に存在するものは概ね円形又は楕円形に近い形態をとつているが、分岐尖部にあるものは、その半周を囲むような形に拡がっている。

上皮型リンパ組織の内部には、縦横に走る繊維からなる微細な網状構造が認められるが、リンパ組織の中心部では比較的細胞成分が多く、周辺部に到るにつれて繊維成分が多くなる。そして、これらの繊維はリンパ組織の被膜に続いているような所見を呈している。

リンパ組織の外縁の略々半周は第16図のように、気管支に沿う方向に走る数本の太いリンパ管によつて囲まれている。

このようなリンパ管の形態を連続切片によつて詳細に観察すると、リンパ組織の末梢端に於いては、リンパ管は唯一本存在するのみで気管支に沿つて走行しているが、リンパ組織が存在する部位に於いて急に数本に分岐して、リンパ組織を包むように分布しており、その中枢端に於いては再び合して一本のリンパ管になつている。

即ち、上皮型リンパ組織に接して存在するリンパ管はこのリンパ組織からのみ始まるものではなくて、更に末梢の気道壁から始まるリンパ管をも受けているものと考えられる。

更に、上皮型リンパ組織が存在する部位で、リンパ管が急に分岐して数本になり、しかもその個々のリンパ管が著しく太いという事実は上皮型リンパ組織の機能と密接に関連しているものと思われる。

上皮型リンパ組織内に於けるリンパ流は、上皮側からリンパ組織の内部をつらぬいて深部に向かい、その外縁に接して存在するリンパ管に注ぐのであるが、主として繊維網の網の目にそつて流れるので、周辺部程その流れは著しく、細胞成分の多い中心部ではさほど著明でない。

## 第2項 上皮型以外のリンパ組織

上皮型以外のリンパ組織は、気道壁のリンパ組織全

体の数からすれば、ごく少数存在しているにすぎない。

この種のリンパ組織は上皮型リンパ組織に比して一般に小さく、被膜も更に不完全で、中には全くこれを欠いているものもある。

リンパ球浸潤の拡がり、は、外膜から固有層まで達するものと、外膜中に限局しているものがある。

この型のリンパ組織に於いては、その所在部位の気道上皮が上皮型リンパ組織に於けるような変化を示さない。

又、リンパ組織とリンパ管との関係は上皮型リンパ組織に於けるのと著しく趣を異している。

即ち、上皮型リンパ組織に於いては前述のようにリンパ管が数本に分岐してリンパ組織を包むように排列しているが、この種のリンパ組織に於いては普通このような傾向は認められず、且つ上皮型リンパ組織に於いては、リンパ管は気道上皮に対して反対側の外縁に接して存在するが、上皮型以外のリンパ組織に於いては、リンパ管が気道上皮と同側に存在することもあり、上皮と反対側に存在していることもあつて一定しない。

これを要するに、上皮型以外のリンパ組織は、上皮型リンパ組織とは異つて、気道上皮及び気道腔と形態学的には直接関連を有せず、機能的には、終末細気管枝及び上皮型リンパ組織の所在部位から始まり、気道壁に沿つて走行するリンパ管そのものに附属するものと考えられる。

気道壁から始まるリンパ管は最初は気道壁に沿つて走行するが、後に徐々に気道壁から離れて肺動脈の方向に移り、肺動脈をとり巻くような形になつて肺門リンパ節に向かうのであるが(長石<sup>59)</sup>、上皮型以外のリンパ組織は、このようなリンパ管の走行に伴つてその途中に現れるのである。

従つて、たとえ位置的には気道壁に存在していても、本来リンパ管自体に附属するものと考えられる。

## 結 論

雄常成熟家兎を用い、気管支肺胞系の被覆組織の構造に就いて主として電子顕微鏡的に検討した結果、以下の結論を得た。

D) 気管支壁はその大部分が繊毛上皮で覆われているが部分的には立方上皮で覆われている処もある。

### II) 気管支壁の繊毛上皮

1) 繊毛上皮は繊毛細胞、杯状細胞及び補充細胞等からなつておりそれ等の諸細胞は基底膜により支持

れている。

2) 繊毛細胞は、気道に面する側では、細胞の表面に多数の繊毛と小繊毛とを具えており、その細胞質は微細な顆粒状を呈し、電子密度が比較的低く、内部にはミトコンドリア、空泡及び粗大顆粒等が認められる。

3) 繊毛は円柱状で、2本の中心線条と9本の周辺線条とからなっており、その長さ平均4.8 $\mu$ で、巾は平均0.17 $\mu$ である。

4) 繊毛の基部には基底小体なる楕円形の小体が認められ、周辺線条はこの小体と連絡しているように見える。

5) 小繊毛は円柱状で、その長さは0.8 $\mu$ 内外、巾は0.09 $\mu$ 内外である。又その基質は細胞質が延長したものと考えられる。

6) 杯状細胞は繊毛細胞間に介在しており、隣接する繊毛細胞に向つて突起を出している所が見られることが多い。又本細胞はその形態からみて粘液の分泌に与るものと考えられる。

7) 杯状細胞は、繊毛細胞の場合に比べて細胞質の電子密度が遙かに高く、内部に少数のミトコンドリアと多数の顆粒や空泡が認められる。

8) 杯状細胞内の顆粒は粘液顆粒と考えられ、細胞体の中で気道内腔に近い部分ほど密に分布しており、気道内腔には顆粒が集団をなして放出されている像が認められる。

9) 補充細胞は基底膜の直上部でこれに接して認められるが、気道内腔には達していない。又その大きさは他の上皮細胞に比べて遙かに小さい。本細胞の本態は尚不明である。

### III) 気管支壁の立方上皮

1) 気管支壁の中、立方上皮は呼吸細気管枝の部分に認められる。

2) 立方上皮細胞は多形性で、多くは長い円柱状を呈している。核は極めて大きく、基底部分が樹根状乃至歯根状に分岐しているものが多い。

3) その細胞質は乏しく、核の周囲部では薄い膜状になつている。

4) 立方上皮細胞の細胞質内には屢々特異な封入体が認められる。このものは長径1乃至4 $\mu$ で楕円形を呈し、膜様物で覆われており、その電子密度は低い。この封入体の本態は不明である。

### IV) 肺胞壁の被覆組織と我々のいう肺胞壁細胞

1) 肺胞壁は唯一種の大形有核肺胞上皮細胞によ

り隈なく覆われており、相隣り合つた上皮細胞の接合部には我々のいう肺胞壁細胞が存することが多い。

2) 肺胞上皮細胞の細胞質は核の周辺部では比較的少量に認められるが、核の周辺部から遠ざかるに従い急激にその厚さを減じ、最も薄い部分では0.1 $\mu$ 内外の極めて薄い膜となつて肺胞壁を覆つている。肺胞上皮細胞にはこれに接して基底膜が認められる。このものは厚さ0.05 $\mu$ 内外の極めて電子密度の高い均質な物質からなっており、肺胞壁の支持組織をなしている。

3) 肺胞壁細胞は肺胞壁の間質に由来するもので肺胞上皮細胞とは明らかに区別し得るものである。この細胞は細胞体の一部を肺胞腔内に露出しており、その部分には多数の偽足が認められる。又貪食機能と遊走能とを具えているこの細胞の細胞質内に多数のミトコンドリアや極めて特異な形の封入体が認められる。

4) この封入体は直径0.5乃至1 $\mu$ で円形を呈しており、内部には極めて電子密度の高い物質からなる微細な網状の構造が認められる。この封入体は、肺組織を構成する細胞の中、肺胞壁細胞内のみみられるもので、刺激に応じてその形態を変化する。

### V) 気道壁のリンパ組織

1) 気道壁のリンパ組織は、その分布部位や機能からみて、上皮型リンパ組織とその他の型のリンパ組織とに大別される。

2) 上皮型リンパ組織は、気道壁のリンパ組織の大部分を占めるもので、主として気管及び気管支枝の分岐部に認められる。

3) 上皮型リンパ組織の存在部位では、気道上皮は繊毛を失つて単層扁平上皮の形をとつており、上皮細胞の直下部までリンパ浸潤が及んでいる。

4) 上皮型リンパ組織の外縁は数本の太いリンパ管により取り囲まれている。このリンパ管は気管枝末梢部からするものであるが、上皮型リンパ組織その他に由来するものも含んでいる。

5) 後者のリンパ流は、気道内腔側からリンパ組織を貫いてその基底部のリンパ管に注いでいる。

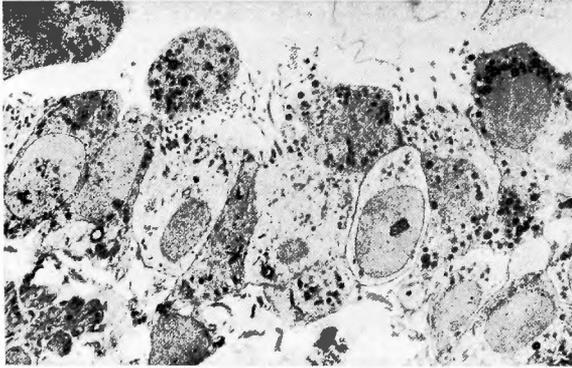
6) 上皮型リンパ組織以外の型のリンパ組織は気道粘膜の固有層乃至外膜に存するもので、肺の実質系リンパ管に属しており、機能的には気道内腔や気道上皮と直接的な関連を持たぬものである。

### 文 献

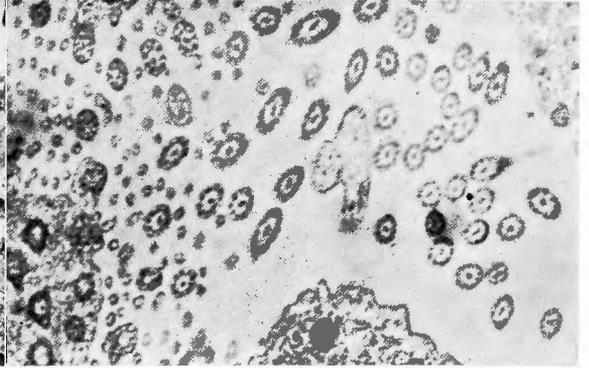
- 1) Addison, T.: Observation on pneumonia and its consequence, Guy's Hosp., S. 2, 1, 1843. 2) Addison, W.: On the ultimate distribution of

- the air passages and the formation of the air cells of the lung, Phil. Trans., 1842. (cit. W. S. Miller<sup>54</sup>) 3) 赤崎兼義: 肺胞上皮細胞被覆に就て, 日新医学, 32, 10, 昭18. 4) 阿久津宏一: 背椎動物肺の微細構造に関する研究, 大阪医学会雑誌, 昭8 5) Arnold, J.: Zur Histologie der Lunge, Virchows Arch., 28, 1863. 6) Behrens, W. et al.: Die Gewebe des menschlichen Körpers und ihre mikroskopischen Untersuchung, Bd., 2, Gewebelehre mit besonder. Berücksichtigung des menschl. Körpers, 1891, (cit. Rhodin et al.<sup>74</sup>). 7) Bloom, G. & H. Engström: Interciliary structure in the epithelium of the upper part of the respiratory tract, Ann. of Otol., 62, 1953, (cit. J. Rhodin et al.<sup>74</sup>) 8) Bockendahl, A.: Über die Regeneration des Trachealepithels, Arch. mikrosk. Anat., 24, 1885. 9) Bowen, R. H.: On a possible relation between the Golgi apparatus and secretory products, Amer. Journ. Anat., 33, 1924. 10) Bremer, J. L.: The lung of the Oppossum, Amer. Journ. Anat., 3, 67, 1904. 11) Clara, M.: Beiträge zur Kenntnis des Vogeldarmes, II Teil, Z. mikrosk-anat. Forsch., 6, 1926. 12) Clara, M.: Zeitschr. mikrosk-anat. Forsch., 44: 147, 1936. 13) Dornesco, G. Th. & Valverde, R. E.: La cellule maqueuse intestinale du rat blanc, C. r. Soc. Biol., Paris, 103, (1930), 1956, cit. J. Rhodin et al.<sup>74</sup> 14) Drasch, O.: Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea, Sitzungsber. d. Wiener Akad., Math. naturw. Kl., 53, 1880. 15) Drasch, O.: Zur Frage der Regeneration des Trachealepithels mit Rücksicht auf die Karyokinese und die Bedeutung der Bechelzellen, Sitzungsber. d. Wiener Akad., Math. naturw. Kl., Abt. III: 83, 1881. 16) Eberth, C. J.: Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen, Arch. pathol. Anat. u. Physiol., 24, 1862 17) Ebner, V. v.: Von den Respirations Organen in Köllikers Handbuch der Gewebelehre des Menschen, Leipzig, 1902. 18) Elenz, E.: Über das Lungenepithel, Würzburger naturw. Zeitschr., 5, 1863. 19) Engström, H.: The structure of the tracheal cilia, Journ. of Morph. 89, (1951), (cit. J. Rhodin and T. Dalhamn<sup>74</sup>) 20) Engström, H. & J. Wersäll: Some principles in the structure of vibratile cilia, Ann. of Otol., 61, (1952), (cit. J. Rhodin & T. Dalhamn<sup>74</sup>) 21) Frankenhauser, C.: Untersuchungen über den Bau der Tracheo-Bronchialschleimhaut, St. Petersburg, 1879 22) Frey, H.: Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen, 4 Aufl., Leipzig, 1874. 23) Galeotti, G.: Über die Granulationen in den Zellen, Internat. Mschr. Anat. u. Physiol., 12, 1895. 24) Harford, C. G. et al.: Electron microscopy of early cytoplasmic change due to influenza virus, Joarn. of. Exp. Med., 101, 1955. 25) Hayek, H. v.: Die menschliche Lunge, Springer Verlag., Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1953 26) Heller & v. Schrötter: Die Carina Tracheae, Denkschr. d. math. naturw. Kl. d. kais. Akad. d. Winenschaft., 63, (1897), (cit. W. S. Miller<sup>54</sup>) 27) Henle, J.: Symbolae ad anatomicum villorum intestinalium, imprimis eorum epithelii et vasorum lacteorum, Commentatio academica, (1837), (cit. Oppel<sup>69</sup>) 28) 保坂保: 肺胞, 特に肺胞上皮細胞の発生組織学的知見補遺, 北越医学雑誌, 57, 昭17. 29) Huber, P.: Histophysiologische Untersuchung am Dickdarmepithel der weissen Maus mit Delphinin, Vjschr. naturforsch. Ges., Zürich, 90, (1945), (cit. Rhodin et al.<sup>74</sup>) 30) Itagi, K.: Electron microscopic observation of pulmonary alveolar structures, Acta tub. jap., 5, 1-2, 1955 31) 板木皓二: 肺胞構造の電子顕微鏡的観察, 呼吸と循環, 5, 4, 昭31 32) Itagi, K.: On the epithelial covering tissue of the alveolar wall of human lung, Acta tub. jap., 6, 2, 1956<sup>1</sup> 33) Itagi, K.: Electronmicroscopic observation of pulmonary alveolar structure of laboratory mammals, Adta tub. jap., 6, 2, 1956<sup>2</sup>. 34) Järvi, O.: Über den Bau der Trachea- und Larynxdrüsen und der Drüsenzellen bei einiger Säugetieren, Ann. Akad. Sci. fenn. Ser. A, 43, (1935), (cit. Rhodin et al.<sup>74</sup>) 35) Karrer, H.: A comparison of normal and infected lung by means of electron microscope, J. Appl. phys., 25, 1954 36) Kikuth, W. et al.: Vergleichende Untersuchungen der Mitochondrien in Rattenlungen nach intratracheal Injektion von Kieselsäure, F. S. Sjöstrand & J. Rhodin: Electron Microscopy, Almqvist & Wiksell, Stockholm, Sept., 1956 37) 清野謙次: 生体染色の現況及び其検査術式, 第1版, 東京, 大10. 38) Klein, E.: The anatomy of the lymphatic system, London, 1875. 39) Knauff, H.: Das pigment der Respirationsorgane, Virchow's Arch., 39, 1867. 40) Kölliker, A.: Manual of human microscopical anatomy, Philadelphia: Lippencott (1854<sup>1</sup>), (cit. Rhodin et al.<sup>74</sup>) 41) Kölliker, A.: Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen, Leipzig, 1854<sup>2</sup> 42) Kölliker, A.: Zur Kenntnis des Baues der Lunge, Verh. Physik-med. ges., Würzburg, N. F., 16, 1881. 43) Kopsch, F.: Das Binnengerüst in den Zellen einiger Organe des Menschen, Z. mikrosk. Forsch., 5, 1926. 44) Lang, F. J.:

- Virchows Arch., 276, 1929 45) Laurentius, A.: *Historia anatomica humani corporis*, Francoforti, (1602), (cit. J. Rhodin et al.<sup>74)</sup> 46) Low, F. N.: The pulmonary alveolar epithelium of laboratory mammals and man, *Anat. Rec.*, 117, 1953 47) Lüders, C.: Über das Vorkommen von subpleuralen Lymphdrüsen, *Kiel*, 1892 48) Macklin, C.C.: Pulmonic alveolar epithelium, *Journ. Thorac. Surg.*, 6, 1936 49) Malpighi, M.: *Opera omnia, De pulmonibus*, Lugd. Batav., (1697), (cit. W. S. Miller<sup>54)</sup>) 50) 真島卯吉: 肺炎の病理組織学的研究(第1報告) 京都医学雑誌, 17巻, 大9. 51) Merkel, F.: *Atmungsorgane*, in Bardeleben, Hdb. der Anat. d. Menschen, Bd. 6, Jena, 1902 52) Meves, Fr. & Tsukaguchi, R.: Über das Vorkommen von Plastomosen im Epithel von Trachea und Lunge, *Anat. Anz.*, 46, 1914 53) Miller, W. S.: The epithelium of the lower respiratory tract, *Cowdry's special cytology*, II Ed., (1932), (cit. Rhodin et al.<sup>74)</sup> 54) Miller, W. S.: *Tge lung*, II Ed., C. C. Thomas, Springfield, Illinois, 1950 55) Moe, H.: On goblet cells, especially of the intestine of some mammalian species, *Internat. review of cytol.*, vol. IV, New York: Academic Press, 1955 56) Morgagni, J. B.: *Nova institutionem medic idea*, Patavii, 1712 57) 長石忠三・長沢直幸: 気管支肺胞系の構造, 特にその末梢機構を中心として, 日本気管食道科学会々誌, 8: 1号 昭32. 58) 長石忠三・他4人: 肺, その構造, 上巻, 医学書院, 東京, 昭32 59) 長石忠三・他4人: 肺, その構造, 下巻, 医学書院, 東京, 昭33 60) 長石忠三・他2人: 肺胞壁の電子顕微鏡的観察, 内科, 2巻1号, 1958. 61) 長沢直幸・板木皓二: 肺胞の構造, 特に電子顕微鏡的観察を中心として, 結核研究の進歩, 20号, 昭32. 62) Nassanow, D.: Des Golgiche Binnennetz und seine Beziehungen zu der Sekretion, *Arch. mikrosk. Anat.*, 100, 1924 63) 西川忠英: 肺に現れるリンパ組織の形態, 配置及び意義に就て, 京都医学雑誌, 37巻, 10号, 昭15. 64) 緒方知三郎編: 病理組織顕微鏡標本の作り方手ほどき, 第10版, 南山堂, 東京, 昭31. 65) Ogo, M.: Über das Vorkommen von lymphatischen Gewebe unter d. Pleura d. Menschen, *Folia anot. jap.*, Bd. 13, H. 3, 1935 66) 小川陸之助: 脊椎動物呼吸腔の組織学的研究, 京都医学雑誌, 14-6, 大6. 67) Ogawa, C.: Contribution to the histology of the respiratory spaces of the vertebrate lungs, *Amer. J. Anat.*, 28, 1920<sup>1</sup>. 68) Ogawa, C.: The finer ramification of the human lung, *Amer. J. Anat.*, 28, 1920<sup>2</sup>. 69) Opper, A.: *Atmungsapparat*, Lehrbuch der vergleichenden mikrosk. Anat., Sechster Teil, Jena, 1905. 70) Palade, G. E.: A study of fixation for electronmicroscopy, *J. Exp. Med.*, 95, 1952. 71) Policard, A.: Reaction pulmonares aux poussières, *Bull. Histol. Appl.*, 25, (1948), (cit. H. v. Hayek.<sup>25)</sup>) 72) Policard, A. et al.: Observations microélectroniques sur l'infrastructure des Cellules bronchiales, *Bronches*, 5, (1955) (cit. Rhodin et al.<sup>4)</sup>) 73) Rhodin, J. & T. Dalhamn: The structure of the epithelial cells in the trachea of the albinorat, *J. Appl. Phys.*, 25, (1954), (cit. Rhodin et al.<sup>74)</sup>) 74) Rhodin, J. & T. Dalhamn: Electron microscopy of the tracheal ciliated mucosa in rat, *Z. Zellforsch. u. mikrosk. Anat.*, Bd. 44, 1956 75) Saguchi, S.: Studies on ciliated cells, *J. Morph. a. Physiol.*, 29, (1917), (cit. Rhodin et al.<sup>74)</sup>) 76) 笹川久吾編: 電子顕微鏡, 本田書店, 京都, 昭26. 77) Schulze, F. E.: Epithel und Drüsenzellen, *Arch. mikrosk. Anat.*, 3, 1867. 78) Schuize, F. E.: *Die Lungen in Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere*, Leipzig, 1871. 79) Seemann, G.: *Histologie d. Lungenalveole*, 1931. 80) Stöhr & A.Kölliker: *Zur Kenntniss des Baues der Menschen*, Vhd. d. phys. med. Gesell., Würzburg, (1881), (cit. Miller<sup>54)</sup>) 81) Swigart, R. H. & Kaue, D. S.: Electron microscopic observation of pulmonary alveoli, *Anat. Rec.*, 118, 1, 1954 82) 高木文一・他5人: ラット正常肺の電子顕微鏡的超微細構造に就て, 日本病理学会々誌, 45(3), 1956. 83) 田丸喜代春: 人工気胸肺における肺胞構造の二三の問題について, 解剖学雑誌, 28, 1, 附録, 昭28. 84) Told, C.: *Atmungsapparat in Lehrbuch der Gewebelehre*, 3 Aufl. Stuttgart, 1881. 85) 鳥居環: 肺臓及び気管支リンパ系統に関する解剖学的研究, 十全会雑誌, 36, 昭6. 86) Turner, W.: *An introduction to human anatomy*, Part 2, Edinburgh, 1877 87) 内野文弥: 肺の病理細胞学的研究(1)電子顕微鏡的研究, 日本病理学会々誌, 45(3), 1956. 88) Waller, C. & G. Björkman: Studien über den Bau der Trachealschleimhaut mit besonderer Berücksichtigung des Epithels, *Biol. Unters.*, von Retius, 2, (1882), (cit. W. S. Miller<sup>54)</sup>) 89) 山田芳太: 脊椎動物肺胞上皮についての比較解剖学的研究, 特にその毛細血管との関係について, 解剖学雑誌, 28, 1号 附録, 昭28.



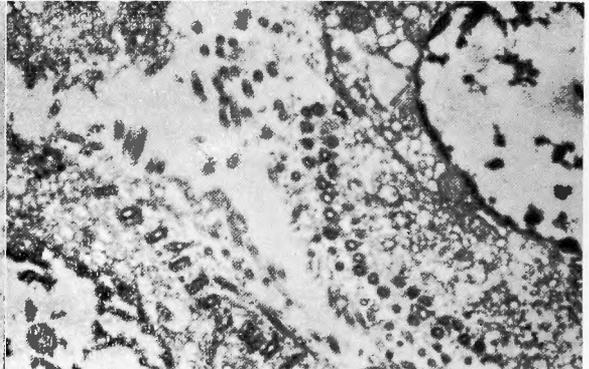
第1図 絨毛上皮 ×5100 絨毛上皮は絨毛細胞，杯状細胞(図の中央から左よりに3個認められる)，補充細胞等から構成されている。杯状細胞の細胞体の一部が気道腔に遊離しつつある像も認められる。



第2図 絨毛の横断面 ×9400  
中心に2本，周辺に9本の線条が認められる。絨毛の間に小絨毛が認められる。



第3図 絨毛の縦断面 ×8300  
絨毛の根部に基底小体があり，周辺線条がこの小体に続いている。又，絨毛の被膜は，絨毛細胞の細胞膜に続いている。



第4図 絨毛の基底小体，横断面 ×7200  
基底小体の中心部は，著しく電子密度が低い。



第5図 絨毛上皮 ×5300 ↑  
絨毛細胞は，絨毛の他に，絨毛の間に多数の小突起を有している。



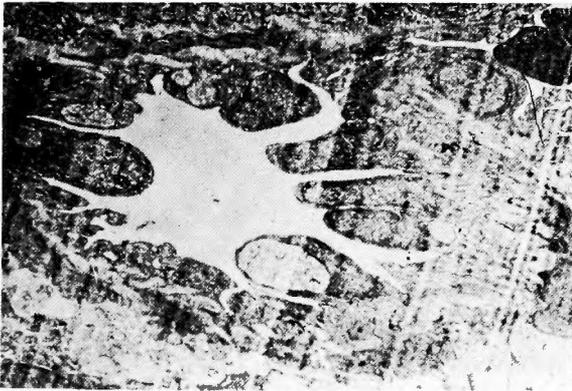
第6図 杯状細胞 ×8300  
図の左方に1個の杯状細胞があり，極めて電子密度の高い細胞質を有し，その右側の絨毛細胞に向つて突起を出している。



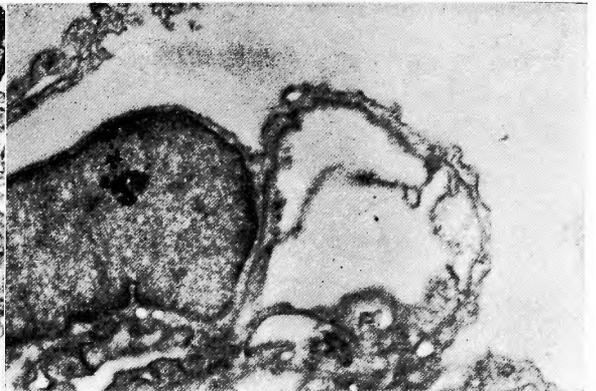
第7図 杯状細胞 ×6000 ↑  
3個の杯状細胞は、何れも繊毛細胞よりも気道内腔に突出しており、且つ、その細胞体は顆粒で充満している。



第8図 繊毛上皮 ×5000 →  
繊毛細胞及び杯状細胞(図の左端)の基底部に2個の補充細胞が認められる。



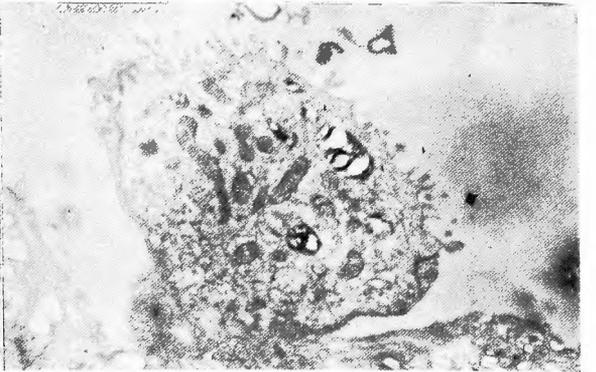
第9図 立方上皮 ×1900 上皮細胞は長円柱状を呈し、その核は極めて大きくて、核の基底部が樹根状に分岐しているものがある。細胞質内には電子密度の著しく低い封入体が認められる。



第10図 肺胞上皮細胞 ×7300  
核(図の左方)から離れた部位で、細胞質が厚みを減じ膜様にのびて肺胞壁を覆っている。



第11図 肺胞上皮の基底膜 ×6600 肺胞上皮の細胞質の延長部(図の上方)と毛細血管内皮(図の下方)とその腔内に2個の白血球が認められる。)とが、相互に接し合っているが、両者の基底膜を明瞭に区別することが出来る。



第12図 肺胞壁細胞 ×4600 細胞表面の略々半周を肺胞上皮で覆われ、残りの半周を肺胞腔内に露出している。露出している部分からは、多数の細胞質突起(小絨毛)を出しており、又細胞質内には、特異な封入体とミトコンドリアが認められる。



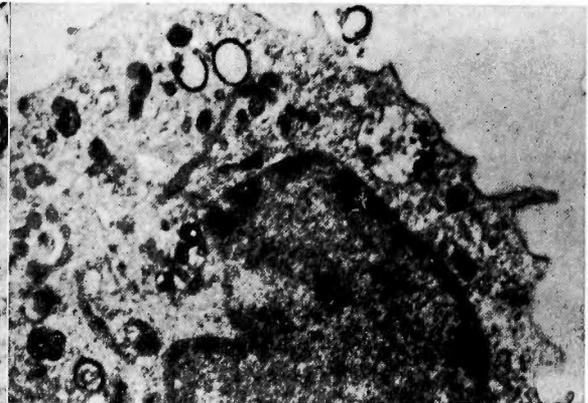
第13図 肺胞壁細胞のミトコンドリア ×7200  
多形性に富み、その内部に著明な膜様構造を認める。



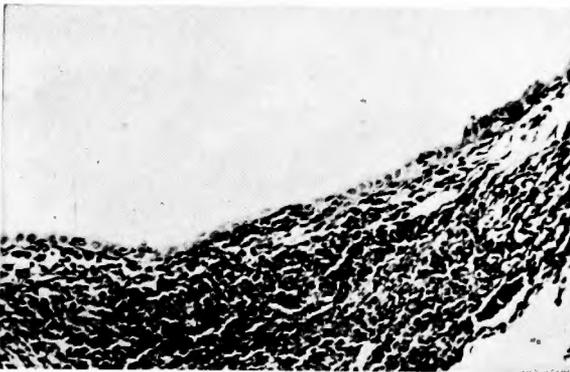
第14図 a. 肺胞壁細胞の封入体 ×8600  
封入体は微細網状を呈し、極めて電子密度の高い物質からなっている。



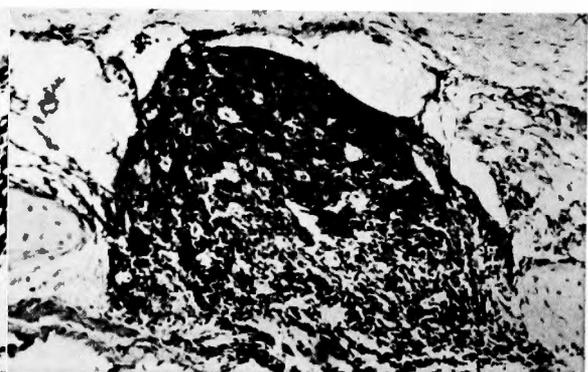
第14図 b. 肺胞壁細胞の封入体 ×14500  
封入体の網状構造が失われかけているが、ミトコンドリアは明瞭に認められる。



第14図 c. 所謂塵埃細胞の封入体 ×8600  
所謂塵埃細胞(肺胞細胞が肺胞腔内に遊出したもの)に於いては、封入体の網状構造は全く失われて、空泡状になり、その内縁に電子密度の高い物質が附着している(図の上部に2個の封入体が並ぶ)又、封入体の内容が細胞外に放出されたような像が認められる。



第15図 上皮型リンパ組織 ×260  
このような部位では、気管支上皮が繊毛を失って単層扁平上皮の形をとっている。



第16図 上皮型リンパ組織 ×180  
リンパ組織の外縁に接して5本の太いリンパ管が存在している。

## 第2篇 固形微粒子又は結核菌の経気道性吸収に関する電子顕微鏡的研究

### 目 次

緒 言	第2項 立方上皮による被覆部位からする吸収
第1章 研究材料並びに研究方法	第3項 肺胞壁からする吸収
第2章 研究成績綜括並びに考按	第2節 墨汁粒子及び結核菌の吸収後の移動経路
第1節 墨汁粒子及び結核菌の吸収部位と吸収様式	結 論
第1項 絨毛上皮による被覆部位からする吸収	文 献

### 緒 言

第1篇では気管支肺胞系の構造、特にその被覆組織や我々のいう肺胞壁細胞に就いて検討したが、本篇では、その結果に基づいて、固形微粒子及び結核菌の経気道性吸収なる問題に就いて検討する。

固形微粒子や細菌類の経気道性吸収に就いては古くから種々検討されているが、その吸収速度や吸収部位に就いては研究者によりかなりの見解の相違があるように思われる。

本研究の主目的は、それ等の諸問題に就いて実験的に検討することにあるが、これに関連し気管支肺胞系に於ける生体防衛の問題や結核症の初発部位の問題等にも触れることにする。

### 第1章 研究材料並びに研究方法

研究に用いた動物は健康な成熟家兎50羽である。

注入した資料は、墨汁及びこれと牛型結核菌浮游液との混合液であつて、これらの資料を気道内に注入するに当つては、ラボナル麻酔下に気管切開を施し、その切開創から挿入した直径0.5mmのビニール管を介して、上記の資料を2乃至3cc宛注入した。

それらの実験動物は、墨汁注入例に於いては、注入後5分、10分、15分、20分、30分、1時間、2時間及び3時間目に屠殺し、又、結核菌注入例に於いては、注入後15分、20分、30分、1時間、2時間及び3時間目に屠殺した。

屠殺の方法、組織の固定、包埋及び切片作製法等は凡て第1篇で述べたのと同様な方法を用いた。

尚、組織内結核菌の染色は遠藤氏法<sup>30)</sup>に準じて行つた。

### 第2章 研究成績綜括並びに考按

#### 第1節 墨汁粒子並びに結核菌の吸収部位

第1項 絨毛上皮による被覆部位からする吸収  
固形微粒子や細菌類の経気道性吸収に関する報告は多数あるが、その吸収部位に就いて詳細に検討したものは少ないようである。

西川(昭15<sup>28)</sup>)はこの点に就いて詳細に検討しており、終末細気管枝及びそれよりも中枢の気道壁では、固形微粒子は上皮型リンパ組織が存在している部位からのみ吸収され、それ以外の部位、つまり絨毛上皮で覆われた部位からは吸収されないと述べている。

著者が墨汁及び結核菌浮游液を用いて行つた同様な実験に於いても、これと略々同様な成績が得られている。

即ち、絨毛上皮で覆われた部位に於いては、第1図のように、墨汁粒子及び結核菌は上皮の表面に附着するのみであつて、注入後長時間を経過しても上皮細胞の間を通つて壁組織内に侵入している所見は認められない。

併しながら、絨毛上皮で覆われた気道壁には、前述のように、上皮型リンパ組織と呼ばれるリンパ組織が存在しており、その部位の上皮は絨毛を失つて単層扁平上皮の形をとつているが、かかるリンパ組織が存在している部位に於いては、第2図のように、墨汁粒子や結核菌が上皮細胞の細胞間隙を通つて遊離状態のままでリンパ組織内に侵入している。

この場合、墨汁粒子の吸収は結核菌のそれに比して遙かに速かであつて、注入後5分目には既に、上皮細胞の細胞間隙に認められるのみならず、リンパ組織の内部にも認められるが、結核菌はこれよりも遅く、注入後30分前後で上皮細胞の細胞間隙を通過してリンパ組織内に入るのが認められる。

このような吸収の速さの相違は、おそらく個々の粒子の大きさの差によるものと考えられる。

### 第2項 立方上皮による被覆部位からする吸収

立方上皮が覆われた気道部位からする固形微粒子の吸収に就いては、従来これを肯定しているものが多い。就中、西川<sup>28)</sup>はこの点に就いて詳細に報告している。

即ち、彼は家兎に炭末を1時間吸入させた直後に於いては、炭末は立方上皮の細胞間隙に主として遊離の状態で存在しているが、吸入後の時間の経過につれて遊離の炭末は減少し、上皮下の結合織内に多く認められるようになる」と述べている。

著者が墨汁及び結核菌を用いて行つた実験に於いても、これと略々同様な成績が得られている。

即ち、墨汁粒子及び結核菌は、第3図のように、注入後夫々5分目及び30分目に、立方上皮の細胞間隙に遊離の状態で認められる。

要するに、墨汁粒子及び結核菌は、立方上皮による被覆部位に於いては遊離の状態で上皮細胞の細胞間隙を通過して壁組織内に入り、そこからリンパ管中に移行するものと考えられるが、その吸収は上皮型リンパ組織に於ける程著明ではないようである。

### 第3項 肺胞壁からする吸収

肺胞領域に於ける固形微粒子の吸収に関しても比較的多くの報告があるが、その多くはこれを肯定しており、肺胞領域からする吸収を明確に否定しているものは少いようである。

又、これを肯定する研究者の中にも、肺胞上皮の細胞間隙から入るといふもの (Arnold(1885<sup>1)</sup>), Köllker, Fleiner(1888<sup>6)</sup>), 真島(大9<sup>20)</sup>), 入る場所は特に指摘していないが、ともかく肺胞壁中に固形微粒子を認めているもの (Nothnager(1877<sup>22)</sup>), v. Ins(1878<sup>10)</sup>) 花園(1927<sup>9)</sup>), 西川(昭7<sup>1528)</sup>), 或は肺胞腔と肺実質との間に交通孔があつて、こゝから入るとするもの (Knauff(1867<sup>15)</sup>)) 等があつて意見の一致を見るに至っていない。

ところで、前述のように、電子顕微鏡的観察によると、肺胞壁は肺胞上皮細胞なる唯一種類の細胞によつて隈なく覆われており、このような上皮細胞の接合部には、著者等が肺胞壁細胞と呼んでいる細胞が屢々認められる(長石・長沢・板木(1958<sup>26)</sup>), 長沢・板木(昭3<sup>27)</sup>),

従つて、肺胞壁からする墨汁粒子及び結核菌の吸収に就いて検討するに当つても、このような肺胞壁の構造、特に肺胞上皮細胞及び肺胞壁細胞とそれらの吸収との関連性に就いて注目する必要があると思われる。

まず、肺胞上皮細胞からする墨汁粒子の吸収に就いてであるが、第4図のように、肺胞腔内に入つた墨汁粒子が肺胞上皮の表面に密着している場合でも、上皮細胞の細胞質内に侵入している所見は全く認められない。

注入後種々の時間を経過したものに就いて、肺胞上皮細胞の如何なる部位に於いても、全く同様の所見が得られている。

又、結核菌に就いても同様であつて、墨汁粒子や結核菌が肺胞上皮を通じて直接吸収されることはないと考えられる。

次に、肺胞壁細胞が存在している部位からする吸収に就いてであるが、この細胞は前に述べたように、細胞体の一部を肺胞腔に露出している、このような部位から小絨毛と呼ばれる細胞質の突起を多数出している。そして、その細胞質内には極めて特異な封入体が多数存在しており、このような特徴によつて他の細胞と容易に区別される。

経気道性に墨汁を注入した場合には、肺胞壁細胞は著明な喰作用を営み、第5図のように、多数の墨汁粒子を摂取すると共に肺胞腔内に遊離するものようである。

即ち、経気道性に墨汁を注入した場合には、肺胞壁細胞の中でも肺胞腔への露出の程度が大きいもの程、摂取している墨汁粒子の量が多くなる傾向が認められ、肺胞壁からまさに離れようとしているものや、完全に遊離しているもの、即ち、所謂塵埃細胞に於いては、極めて多量の墨汁粒子を摂取している。

このような、墨汁粒子摂取の機転に就いては、現在のところ未だ明らかにされていないが、第6図に認められるように、2個の相隣り合つた小絨毛の間の部分で細胞表面が陥凹し、小絨毛がその尖端で接近して、あたかも墨汁粒子がその中に包み込まれたかのような所見を呈することがある。このような所見からして、墨汁粒子を摂取するに当つては、小絨毛が何らかの作用を営むものと考えられる。

又、肺胞壁細胞の細胞質内にとり入れられた墨汁粒子は、細胞質内に一様に分散して存在するのではなく、第7図のように、多数の衆落をなして存在している。

しかも、その衆落の中の少くとも一部は、封入体に一致して作られているような所見を呈し、且つ、細胞体内に於ける、かゝる衆落の分布は肺胞壁から遠い部分程密であることが多い。

ともあれ、肺胞壁細胞は墨汁粒子を摂取しているものと思われるが、これに対し、内野(1956<sup>42)</sup>)は異つた意見をもっている。

即ち、彼は廿日鼠の肺を電子顕微鏡的に観察して、肺胞壁には被覆上皮以外に、細胞質内に特に“electron dense”な物質を含んだ細胞があるが、これとは別に経気道性に墨汁を注入した際に、肺胞腔内に多数遊出する喰作用の旺盛な細胞があることを指適している。

彼は、この喰作用を営む細胞は、肺胞壁に存在する細胞とよく似ているが、“electron dense”な物質が認められないこと及び喰作用を営む点で異なっており、これらの点から両者は同一種の細胞とは断定し難いといっている。

併しながら、封入体は第1篇で述べたようにその形態を変化して、空泡状になりその中に極めて電子密度の高い物質が、塊状になったり同心円状に附着したりしているが、肺胞腔内に遊出している細胞に於いても明らかにこのような封入体を認めることが出来るし、又、肺胞壁と連絡を保つていて直ちに肺胞壁細胞であることがわかるような細胞でも、多量の墨汁粒子を摂取している。

従つて、両者は明らかに同一種類の細胞であると考えられる。

尚、肺胞壁細胞は元来肺胞腔に遊出していた細胞が肺胞壁中に入つて来たもので、その細胞質内に認められる墨汁粒子も亦遊走中に摂取したものではないかという疑問も生ずる。

併しながら、肺胞壁から遊離した部分の多い肺胞壁細胞程墨汁粒子を多量に含んでいること、墨汁粒子は肺胞壁細胞の細胞体内でも肺胞腔に面した部分に多いこと及び肺胞壁細胞の近辺の肺胞壁中に遊離の墨汁粒子が全く認められないことなどから、このような疑問は否定されるものである。

同様のことは、第8図のように、結核菌に就いてもいえるようであつて、肺胞壁細胞は喰作用を営みつゝ、肺胞腔内に遊出してゆくものと考えられる。

第1篇でも簡単に述べたように、肺胞腔内には、遊離性に存在している細胞で、所謂壁埃細胞と呼ばれるものが屢々認められる。

又、経気道性に墨汁を注入した際に肺胞腔内に現れる喰作用の旺盛な細胞があることは前にのべたが、これらの両細胞は、第9図のように全く同様な形態を有している。そして、これらは肺胞壁細胞とも酷似して

いる。

即ち、肺胞壁細胞とこれらの両細胞とは、何れも前述のような極めて特異な封入体を有しており、又、その細胞質内には多数のミトコンドリアが存在していて、それらは多形性に富んでいる。且つ、何れも喰能力を有しているようであつて、これらの点からして、これら二種類の細胞は何れも、肺胞壁細胞が肺胞腔内に遊出したものに他ならないと考えられる。

次に、肺胞壁所在の喰細胞に就いては、従来種々な説があるが、大別して次の四つの説に要約される。

#### 1) 組織球説

清野(1914<sup>64)</sup>、坂本(1917<sup>35)</sup>、真島(大9<sup>20)</sup>)等によつて代表されるものであつて、これらの人達は、肺胞壁の喰細胞のあるものは肺の組織球に由来するものであるといふ、肺は本来組織球に乏しい器官であるが、刺戟が加えられると血液内や肺組織内の組織球が動員されて肺胞腔内に遊出するものと考えている。

#### 2) 間葉細胞説

A. A. Maximaw & W. Bloom(1927<sup>71)</sup>、F. J. Lang(1929<sup>19)</sup>)等の説える間葉細胞説に於いては、生体中には極めて分化能に富んだ特殊な細胞群が存在しており、生理的条件下では静的な形をとつているが、刺戟に応じて分化し喰細胞になると考えている。そして、肺胞壁の喰細胞もこのような性質のものであるとしている。

#### 3) 血管内皮説

N. Ch. Foot(1919<sup>7)</sup>、H. H. Permer(1920<sup>32)</sup>)等は、組織反応の主役を演ずるものは血管内皮細胞であつて、皮下や肺の結核病巣中に見られる上皮様細胞は血管内皮細胞に由来するものであると主張している。

#### 4) 上皮性説

J. C. Briscoe(1908<sup>3)</sup>、H. Westhaus(1922<sup>44)</sup>、G. Seeman(1925<sup>36)</sup>)等は、肺胞領域に見られる喰作用は、時間的に極めて早くから始まり、又摂取量が大きいことから、その喰細胞は上皮性のものであるといつている。

ところで、肺胞壁細胞は前に述べたように、細胞体の大部分を肺胞壁の間質中に埋めており、その一部を肺胞上皮の間隙から肺胞腔に突出させているのであつて、その形態からして非上皮性の細胞であることは略々確実であるが、気道内に墨汁を注入して検討した結果では、肺胞領域に於ける喰作用は、注入後5分目頃から既に認められ、その主役を演ずるものは肺胞壁細胞と考えられるのであつて、肺胞上皮細胞は前述のよ

うに全く喰作用を示さない。即ち、肺胞壁にみられる喰細胞は非上皮性の細胞と思われる。

次に、家兎の静脈内に墨汁を注入した際、肺胞壁毛細血管の内皮が著明な喰作用を現わすが、毛細血管の内皮細胞は形態学的には肺胞上皮細胞に似ており、一見して肺胞壁細胞とは異なっている。

しかも、経気道性に墨汁を注入した場合には、注入後三時間以内に肺胞腔内に出現する遊走細胞は、少数の血液細胞を除き、殆どすべてが所謂塵埃細胞であつて、血管内皮細胞若しくはこれと類似した細胞が認められることはない。

このような事実からして、血管内皮説は否定されるべきものと考えられる。

著者等は、肺胞壁細胞は肺胞壁所在の喰細胞であると考えているのであるが、肺胞壁細胞は機能的に静止の状態に於いては肺胞壁の間質中に存在しており、且つ、血液細胞や血管内皮細胞等とは形態学的に著しく異なっている。

従つて、この細胞は肺の組織球に由来するものと考えられるのであつて、この点では、肺胞壁の喰細胞のあるものが肺の組織球に由来すると主張する組織球説に一致するものである。

但し、経気道性炎症のごく初期に於ける細胞反応に関しては、著者の得た成績は真島<sup>20)</sup>のそれと異なっている。

即ち、真島は家兎の気道内にカルミン浮游液を注入した実験例に就いて検討しているが、彼は、最初に肺胞腔内に出現する遊走細胞は白血球であつて、注入2時間後には既に多数の白血球が遊出するが、組織球の遊出は注入後2時間目には未だそれ程著明でなく、其の後時間の経過につれて増加してくると述べている。

併しながら、著者が経気道性に墨汁を注入して検討したところでは、注入後2時間目迄に肺胞腔内に出現する遊走細胞は、大部分が所謂塵埃細胞であつて、白血球が現れることがあつてもごく少数である。

このような細胞反応の相違が、墨汁粒子とカルミンとの性状の相違によつて起ることも一応は考えられるが、肺胞壁細胞は前述のように、細胞体の一部を肺胞腔内に露出しており、従つて、経気道性に刺戟が加えられた場合に、血球中の細胞よりも迅速にその刺戟に対して反応しようとするのが妥当であつて、このことは著者の実験成績と一致するものである。

肺胞壁細胞に就いては、これを直ちに組織球であると断定することは躊躇するものであつて、その由来乃

至補充の問題に関しては、なお検討されるべき点が残されている。

しかしながら、肺胞壁細胞が肺胞壁の間質に存在し、極めて旺盛な喰能力及び遊走能をもつていて、経気道性炎症のごく初期に於いては、細胞反応の主役を演ずるものであることが、以上の成績によつて明らかにされたものと考えられる。

なお、肺胞壁からする固形微粒子の吸収に関する従来の研究の中で、これらが白血球に摂取されて肺胞壁中に入るというものや、肺胞壁中に認められる炭末はすべて喰細胞に摂取されていると述べているものがあるが、これらは何れも肺胞壁細胞が固形微粒子を摂取しつゝ肺胞腔に遊出してゆく過程で、このように認められることがある為に生じた誤りであろうと思われる。

要するに、肺胞壁からは墨汁粒子及び結核菌は吸収されないものと考えられる。

## 第2節 墨汁粒子又は結核菌の吸収後の移動径路

気道内に吸入された炭末等の固形微粒子が肺組織内及び肺門リンパ節に沈着することは古くから知られており、又、これらの物質がリンパ流によつて肺門リンパ節に運ばれることも確かめられている (Knauff(1867<sup>5)</sup>), v. Ins(1878<sup>10)</sup>), Ruppert(1878<sup>33)</sup>), Soyka(1878<sup>37)</sup>), Fleiner(1888<sup>6)</sup>), Arnold(1885<sup>11)</sup>), Lubenau(1907<sup>18)</sup>), Sewell(1918<sup>39)</sup>), 富田(1918<sup>41)</sup>), Carleton(1924<sup>4)</sup>), Gross(1927<sup>8)</sup>), 花園(1927<sup>9)</sup>), 吉田(1927<sup>45)</sup>), Borchardt(1929<sup>2)</sup>), 梅田(1929<sup>43)</sup>), 劉(1933<sup>34)</sup>), Ogo(1935<sup>31)</sup>), Schulze et al.(1938<sup>38)</sup>), 西川(1940<sup>28)</sup>), 29)), Drinker & Yoffey(1941<sup>5)</sup>), 木原(1950<sup>17)</sup>)).

特に西川<sup>28)</sup>、29)はこれらの点に就いて詳しく検討している。

しかしながら、吸収時間、特に気道内に吸入されてから肺門リンパ節に達する迄の時間に就いては研究者によつてかなり異つた報告がなされている。

たとえば、家兎を用いた実験で、炭末を吸入させた場合に2乃至3時間 (Arnold(1885<sup>11)</sup>), 3時間 (西川(1940<sup>28)</sup>), 1日以上 (Carleton(1924<sup>4)</sup>), 墨汁では1日 (花園(1927<sup>9)</sup>), 珪石末で6乃至12時間 (v. Ins(1878<sup>10)</sup>), 家兎赤血球で数分 (Fleiner(1888<sup>6)</sup>), Nothnagel(1877<sup>22)</sup>)), 結核菌で1日 (梅田(1929<sup>43)</sup>)), 等のように、吸入させた物質が異なっている場合には勿論のこと、同じ物質を用いた場合でもその所要時間は研究者によつてかなり相違している。

しかしながら、著者が墨汁粒子及び結核菌に就いて

検討したところによると、その吸入時間は従来の報告に於けるよりも遙かに迅速である。

即ち、上皮型リンパ組織の所在部位及び立方上皮による被覆部位に於いては、墨汁粒子が注入後5分で既に上皮細胞の細胞間隙を通過して気道壁内に入っていることは前に述べた通りである。

この際、墨汁粒子は、第10図のように、リンパ組織の比較的周辺部に沿って、注入5分後には粘膜固有層に相当する深さ迄達しており、注入10分後にはリンパ組織の外縁に接するリンパ管内に入っている。

又、上皮型以外のリンパ組織に於いては、注入10分後には未だ墨汁粒子を認めないが、15分後頃からその中に墨汁粒子の沈着をみるようになる。しかもこの場合に、墨汁粒子が沈着する部位は上皮型リンパ組織に於けると異なっており、最初に沈着するのは、第11図のように、リンパ組織内部でリンパ管に接する部位の近くである。

更に、上皮型リンパ組織に於いては、墨汁粒子は主として遊離の状態で存在しているが、それ以外のリンパ組織に於いては、凡て細胞内に摂取されて出現する。

これらの事実から、上皮型以外のリンパ組織内に出現する墨汁粒子は、経気道性に肺組織内に吸収されてリンパ管内に移行したものが、リンパ管に接するリンパ組織によつて逆吸収されてそこに沈着したものであると考えられる。

肺門リンパ節に於いては、注入15分後には未だごく僅かの墨汁粒子しか認められないが、20分後には、第12図のように、多量の墨汁粒子が認められるようになる。

これらの墨汁粒子は凡て細胞内に摂取されており、且つ、唼細胞の所在部位に一致して集積する傾向がある。

結核菌に就いても、吸入後の移動経路は墨汁粒子の場合と全く同様であるが、その時間的な経過は墨汁粒子に比してかなり遅い。

即ち、結核菌が上皮型リンパ組織内に現れ始めるのは、注入後30分或はそれ以後であつて、上皮型以外のリンパ組織及び肺門リンパ節には、第13図のように、注入後1時間頃から現れるようになる。

その出現する部位及び出現の様式等は、墨汁粒子の場合と同様である。

以上のような実験成績から、墨汁粒子及び結核菌の吸入部位と吸入後の移動経路とを模式的に示すと、第14図のようである。

即ち、固形微粒子が吸入される部位は、立方上皮による被覆部位及び上皮型リンパ組織が存在する部位であつて、立方上皮で覆われた部位に於いては、上皮細胞の細胞間隙を通過して気道壁内に入った墨汁粒子や結核菌は、その部位に沈着する一部のものを除いて、大部分がリンパ管中に入る。

又、上皮型リンパ組織の所在部位に於いても、上皮細胞の細胞間隙を通過してリンパ組織内に入り、その一部はそこに沈着するが、他の大部分はリンパ組織の外縁に接して存在するリンパ管中に入る。

このように二つの部位から吸収されてリンパ管内に入った墨汁粒子や結核菌は大部分リンパ流によつて肺門リンパ節に運ばれる。

しかしながら、肺門部に向うリンパ管の途中にはそれに接してリンパ組織が存在しており、リンパ管内に入った物質の一部はこれらのリンパ組織によつて逆吸収されてそこに沈着する。

以上、墨汁粒子及び結核菌の経気道性吸入に於ける吸入部位と吸入後の移動経路に就いて検討してきたが、

以上のような事実から当然起つてくる疑問は、気道壁は生体に有害な物質を何故このように容易に吸入するのか、そしてこのことは、生体防衛なる観点からみて如何なる意義をもっているのかということである。

墨汁粒子の吸入に就いても同様であるが、特に、生体にとつて極めて有害な結核菌が、墨汁粒子に比して時間的には多少おくれるにしても、殆ど無差別に、しかも容易に肺組織内に吸入されることは、生体防衛上甚だ不合理であるように思われる。

しかしながら、この点に関しては次のように解釈される。

即ち、多量の固形微粒子が気道内に侵入するとき、生体は咳嗽反射等によつてこれを防ごうとするが、これらの物質が非常に大量であるとか、又は生体側の何らかの要因によつて、それらの物質の侵入を防ぎ切れないような場合には、気道内を深部に向つて入つてくる。

そして、気道内に侵入して来た物質の一部は気道上皮の表面に附着して、その繊毛の運動によつて気道外に向かつて押しやられるが、残りは更に末梢部に向かつて侵入する。

ところで、肺胞はガス交換が行われる部位であるから、こゝに多量の微細粒子が侵入することは呼吸作用を妨げることになり、従つて直接的に生命の危険を招

来する原因になるものと考えられる。

それ故、気道壁に存在している上皮型リンパ組織が多量の異物粒子を吸収することは、これによつて直接生命に危険を来すことを防ぐものであつて、実は生体防衛上大きな意味をもつているものといえよう。

このことは又、上皮型リンパ組織が気管支の分岐部、特にその分岐尖部に多く存在し、且つ、分岐部に対するこの種のリンパ組織の出現頻度が中枢部の気管支に到る程大であるということからも推察される。

何故ならば、気道内を通る物質が最も多く接触する部位は気管支の分岐部、特に分岐尖部であるし、又中枢部の気管支程これらの物質が通過する機会が多く、従つて、それを吸収する機会も又多くなるからである。

又、立方上皮による被覆部位からする固形微粒子の吸収は上皮型リンパ組織に於ける程著明ではないが、その存在する部位は肺胞への入り口に当り、しかもその存在範囲は相当広汎であるから、微細粒子が肺胞腔内に侵入することを防ぐという点ではやはり大きな意味をもつものと考えられる。

このように、肺胞腔内への固形微粒子の侵入は二重三重に妨げられているが、かかる吸収、又は喀出等の防禦機制を突破して肺胞腔内に達した固形微粒子は肺胞壁細胞によつて摂取され、その一部は喀痰中に混じて喀出されるものと思われる。

即ち、墨汁粒子や結核菌の経気道性吸収は、これらが肺胞腔に侵入することによつて呼吸作用に障害を与えることを防ぐという点で、さし当つては生体防衛機構としての役割を果すものといえよう。

しかしながら、これ等の物質が生体の組織内にとり入れられることは、決して生体にとつて有利である筈がないのであつて、こゝに、吸収された後の第二段階としての防禦機制が必要となる。

かゝる防禦機制は、墨汁粒子及び結核菌の吸収後の移動径路から推測される。

即ち、前述のような吸収部位から気道壁内に吸収された物質は、その一部を吸収部位に於いて、残りを上皮型以外のリンパ組織及び肺門リンパ節によつて捕捉されるが、これによつて、これらの物質がリンパ管を通じて血行中に入ることを妨げられるものといえよう。

一般に、生体に対して何か有害作用が働いたときには、生体は何らかの反応をもつてこれに対抗し、これを完全に排除しようとするが、有害作用が大きくて完

全な排除が困難になつたときには、その作用を局所にとどめ、局所を犠牲にしても、生体そのものの生存がおびやかされることから免れようとする。

経気道性に吸収されてリンパ管内に入った墨汁粒子や結核菌が、何らの妨げも受けずに血行中に移行するならば、その障害作用が容易に全身に及ぶものと考えられる。

それ故、これらの物質がそれらの吸収部位、上皮型以外のリンパ組織及び肺門リンパ節等に於いて捕捉されるということは、障害作用の局地化という点にその意義を有するものといえよう。

このようにして、気道内に注入された墨汁粒子や結核菌は一応処理されるが、これらの物質を組織内にとり入れることから始まる、これら一連の処理方法そのものが、本来病的なものであるし、又、処理の能力には限界があるのであつて、結核菌に就いていえば、こゝから肺結核症の発生が問題になつてくる。

肺結核症が気管支肺胞系の如何なる部位から発生するかということは、未だ明らかにされていないが、著者の実験成績からすれば、次のような発生部位が考えられる。

即ち、肺結核が発生する為には先ず肺組織内に結核菌が侵入することが必要であるが、これは著者の実験から、立方上皮による被覆部位及び上皮型リンパ組織の所在部に於いて行われることがわかつている。

そして、肺結核発生の為の第2の条件は、肺組織内に侵入した結核菌が定着し、そこで増殖することであるから、そのような場所としては吸収された結核菌の沈着する部位、即ち、上皮型リンパ組織、立方上皮による被覆部位、上皮型以外のリンパ組織及び肺門リンパ節等があげられる。

即ち、結核菌はこれらの部位に於いて増殖し、そこから結核病巣が発生するであろうことは容易に推測される。又、肺胞領域に於いては、健全な状態では結核菌はその壁組織内には侵入しないようであるが、このことから直ちに、肺胞領域からは結核病巣は初発しないと断定するのは早計であるといえよう。

何故ならば、結核菌及び結核菌を喰食した塵埃細胞等の堆積物が肺胞腔内に滞留することによつて肺胞壁に何等かの変化を生じそれについて結核病巣が肺胞壁内に向つて進展してゆくことも当然考えられるからである。

これらの問題の解明は今後に残された問題であつて、なお引続き検討されるべきものであるが、本研究

はその基礎的な研究としても意義を有するものと信ずる。

## 結 論

本篇では、健康な成熟家兎50羽の気道内に墨汁又は結核菌の浮游液を注入し、それ等の物質の経気道性吸入なる問題に就いて主として電子顕微鏡的に検討した結果、以下の結論を得た。

1) 墨汁粒子や結核菌は、気道壁の中、絨毛上皮により覆われている部分からは吸収されない。

2) 併し、立方上皮により覆われている部分や上皮型リンパ組織の存在部位では、相隣り合つた上皮細胞の接合部を経て気道壁の組織内に吸収される。

上皮層の通過に要する時間は墨汁粒子では5分以内、結核菌では30分内外である。

3) 肺胞領域では、墨汁粒子や結核菌は肺胞上皮細胞内には吸収されない。

4) 肺胞腔内に入った墨汁粒子や結核菌は、我々のいう間質性の肺胞壁細胞により速やかに貪食される。

本細胞は、経気道性炎症の極めて初期に於ける細胞反応の主役を演ずるものと思われる。

5) 肺胞腔内に入った墨汁粒子や結核菌は、一部は肺胞腔内に遊離性にみられる所謂塵埃細胞によつても貪食される。

6) 経気道性に気管支壁から肺組織内に吸収された墨汁粒子や結核菌は、一部は吸収部位に定着し、残部はリンパ管内に移行する。リンパ管内に入ったものは、肺門リンパ節内に移行して定着するが一部は気道壁の上皮型リンパ組織以外の型のリンパ組織に移行して定着する。

7) 気道内に注入された墨汁粒子や結核菌が肺門リンパ節内に移行するのに要する時間は、前者では15乃至20分、後者では1時間内外である。

以上で判るように、気道内に注入された墨汁粒子や結核菌は絨毛細胞により外界に向つて排除せられ、或いは上皮型リンパ組織からリンパ系に吸収されて、肺胞腔内に侵入し難くなつており、又肺胞腔内に入ったものは、我々のいう肺胞壁細胞や所謂塵埃細胞に貪食されて、直接血行内には吸収されぬわけである。

即ち、気管支肺胞系は固形微粒子や細菌類が気道内に入った場合でも可及的肺胞腔内に達し難いように作られており、肺胞腔内に入った場合でもこれによつて受ける障害を可及的限局化せしめるように作られているのであつて、このことは気道壁に具つた生体防衛機

構として興味あるものと考えられる。

## 文 献

- 1) Arnold, J.: Untersuchung über Staubinhalation und Staubmetastase, Leipzig, 1885.
- 2) Borchardt, H.: Über die Einatmung verschiedener Kohlenstaubarten, Virchow's Archiv., Bd. 271, 1929.
- 3) Briscoe, J. C.: J. Pathol. and Bacteriol., 12, 1908.
- 4) Careton, H.: Pulmonary lesions produced by the inhalation of dust, J. Hygiene, 22, 1924.
- 5) Drinker, C. K. & J. M. Yoffey: Lymphatics, lymph and lymphoid tissue, their physiological and clinical significance, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1941.
- 6) Fleiner, W.: Resorption corpusculäre Elemente durch Lunge und Pleura, Virchow's Arch., 112, 1888.
- 7) Foot, N. Ch.: J. Med. Research, 10, 1919.
- 8) Gross, E.: Über die alveoläre Reaktion der Lunge gegenüber Russ, Quarzstaub und Phthisebazillen und die hier herrschenden Lokalisationsgesetze, Ziegler's Beitr., 76, 1927.
- 9) 花園吉雄: 呼吸器内に於ける塵埃或は異物の吸収機転と組織の変化, 日本微生物学雑誌, 21巻, 昭2.
- 10) Isn, V. v.: Einige Bemerkungen über das Verhalten des inhalierten Staubes in den Lungen, Virchow's Arch., 73, 1878.
- 11) Itagi, K.: Electronmicroscopic observation of pulmonary alveolar structures, Acta tub. jap., 5, 1-2, 1955.
- 12) 板木皓二: 肺胞構造の電子顕微鏡的観察, 呼吸と循環, 5, 4, 昭31.
- 13) Itagi, K.: On the epithelial covering tissue of the alveolar walls of human lung, Acta tub. jap., 6, 2, 1956<sup>1</sup>.
- 14) Itagi, K.: Electronmicroscopic observation of pulmonary alveolar structures of laboratory mammals, Acta tub. jap., 6, 2, 1956<sup>2</sup>.
- 15) Knauff, H.: Das Pigment der Respirationsorgane, Virchow's Arch., 39, 1867.
- 16) 清野謙次: 生体染色の現況及び其検査術式第1版, 東京, 大10.
- 17) 木原卓三郎: 尿管外通液路系 Extravasculäre Saftbahn, 血液学討議会報告, 第三輯, 1950.
- 18) Lubenau, C.: Experimentelle Staubinhalationskrankheit der Lungen, Arch. Hygiene, 63, 1907.
- 19) Lang, F. J.: Virchow's Arch., 276, 1926.
- 20) 真島卯吉: 肺炎の病理組織学的研究 (第1報), 京都医学雑誌, 17巻, 大9.
- 21) Maximow, A. A. & Bloom, W.: Textbook of Histology, II Ed., W.B.Saunders Co., Philadelphia, 1934.
- 22) Nothnagel, H.: Zur Resorption des Blutes aus dem Bronchialbaum, Virchow's Arch., 71, 1877.
- 23) 長石忠三・他4人: 肺, その構造, 上巻, 医学書院, 東京, 昭32.
- 24) 長石忠三・他4人: 肺, その構造, 下巻, 医学書院, 東京, 昭33.
- 25) 長石忠三・長沢直幸: 日本気管食道科学会々誌, 8, 1, 昭32.
- 26) 長石忠三・

- 他2人：内科，2，1，1958. 27) 長沢直幸・板木皓二：結核研究の進歩，20，昭32. 28) 西川忠英：吸入炭末の運命，特に之と肺内リンパ組織との關係に就ての實驗的研究，京都医学雜誌，37卷，1940. 29) 西川忠英：肺炎家兎における吸入炭末の吸収に就て，京都医学雜誌，37卷，1941. 30) 緒方知三郎編：病理組織顕微鏡標本の作り方手ほどき，第10版，南山堂，東京，昭31. 31) Ogo, M.: Über das Vorkommen von lymphatischem Gewebe unter der Pleura d. Menschen, Folia anat. jap., Bd. 13, 1935. 32) Permer, H. H.: Journ. Med. Research, 42, 9, 1920. 33) Ruppert, H.: Experimentelle Untersuchungen über Kohlenstaubinhalation, Virchow's Arch., 72: 14, 1878. 34) 劉名貴：胸腔よりの吸収に就て，日本外科学会雑誌，第34回，昭8. 35) 坂本貞胤：生体染色による結核性肺炎の研究，大阪医学会雑誌，16，大6. 36) Seemann, G.: Histologie d. Lungenalveole, 1931. 27) Soyka, F.: Wanderung d. korpuskulärer Elemente, Prag med. Wschr., 25, 1878. 38) Schulze, R. Z. et al.: The passage of raffinose virulent type III pneumococci from the respiratory tract of rabbits into the lymphatic and blood, J. Exp. Med., 68, 1938. 39) Sewell, J.: Journ. Path. and Bact., 22(1), 1918. 40) 武田勝男：アレルギーと結核 第5版，東西医学社，東京，昭26. 41) 富田朋介：肺胞内に出現する上皮様細胞の本態に就て，大阪医学会雑誌，17，1918. 42) 内野文弥：肺の病理組織学的研究，(1)電子顕微鏡的研究，日本病理学会々誌，45(3)，1956. 43) 梅田生：気道壁並びに肺胞の異物吸収と，特に気管支リンパ腺の態度に関する實驗的研究，結核，7，9，昭4. 44) Westhaus, M.: Ziegler's Beitr., 70, 223, 1922. 45) 吉田房雄：吸入塵埃の排出に関する實驗的研究，国民衛生，第4卷，昭2.

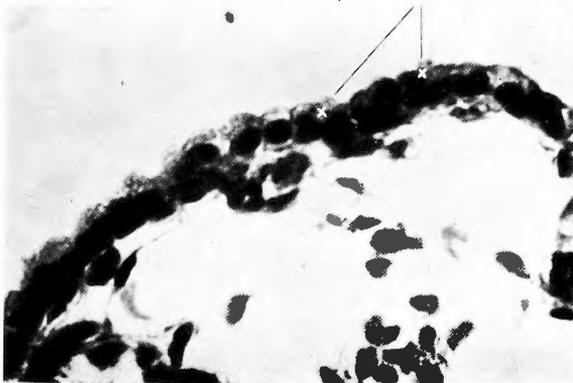


第1図 墨汁注入後1時間目の絨毛上皮 ×470  
墨汁粒子は、上皮の表面に附着するのみであつて、壁組織内には入らない。

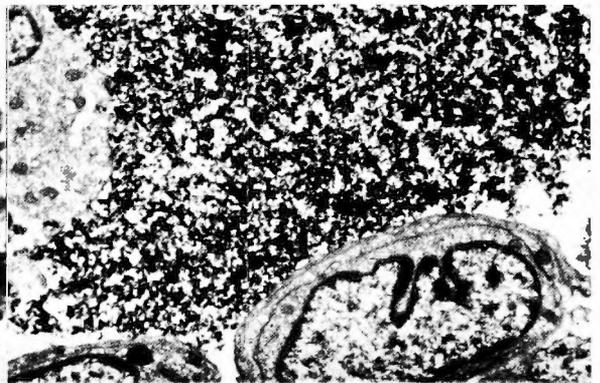


第2図 墨汁注入後5分目の上皮型リンパ組織 ×670  
墨汁粒子は、上皮層を通過してリンパ組織内部に入っている。(図の右上部)

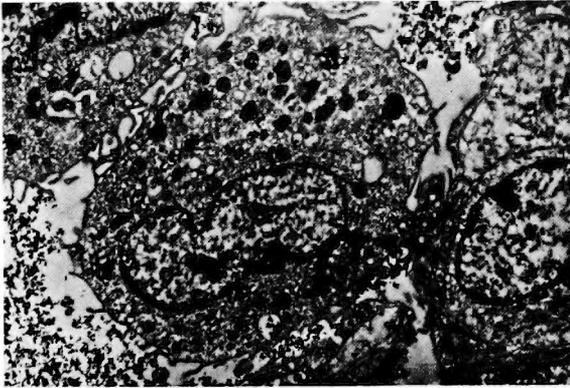
細胞間隙に墨汁粒子及び結核菌を認める。



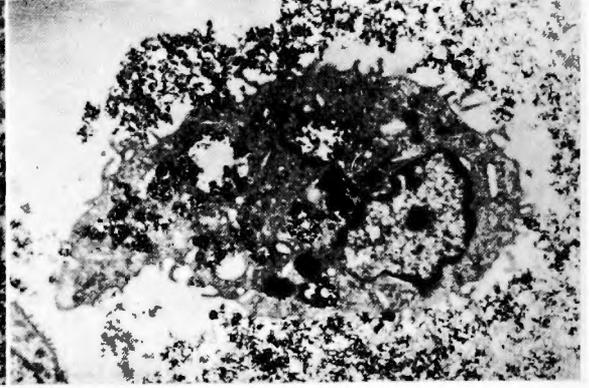
第3図 墨汁及び結核菌注入後30分目の立方上皮 ×1000  
墨汁粒子及び結核菌は、上皮細胞の間隙に入っている。



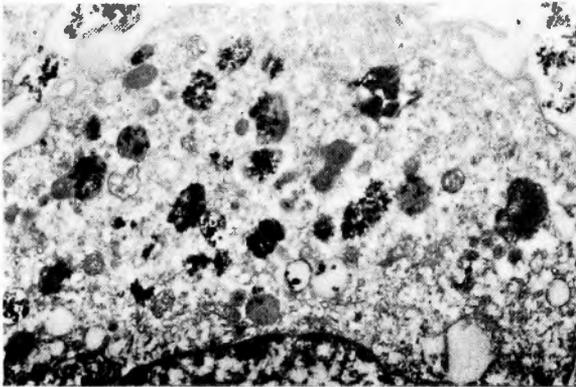
第4図 墨汁注入後2時間目の肺胞上皮 ×8500  
墨汁粒子は肺胞上皮の表面に附着するのみで、その細胞質内には入らない。  
図の右下方は肺胞壁毛細血管で、その内腔に1カ  
の白血球が認められる。



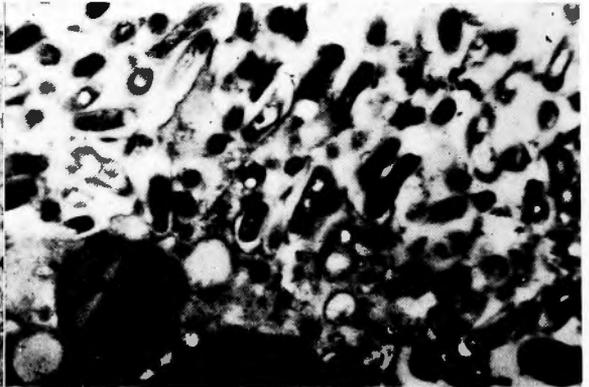
第5図 墨汁注入後1時間目の肺胞壁細胞 ×5100  
肺胞壁細胞は、多量の墨汁粒子を摂取して、細胞体の大部分を肺胞腔内に露出している。



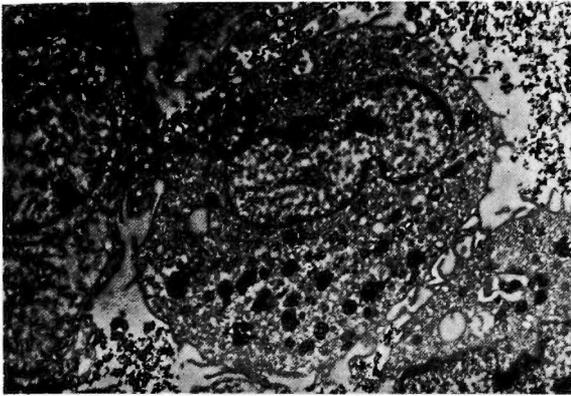
第6図 墨汁注入後1時間目の所謂塵埃細胞 ×4400  
墨汁粒子が小絨毛の間の部分で抱き込まれたような形になっている。(図の上部及び下部中央)



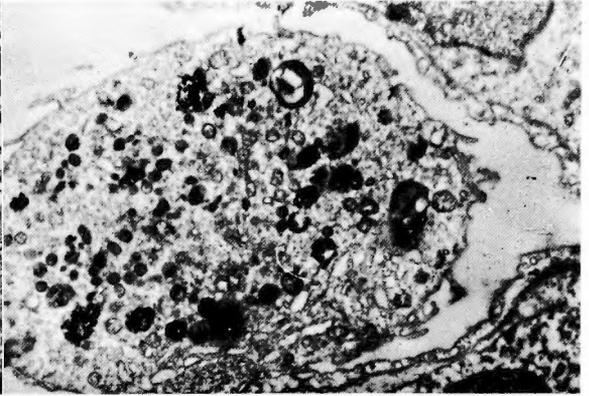
第7図 墨汁注入後1時間目の肺胞壁細胞 ×12100  
(第5図の拡大図)  
墨汁粒子は、多数の衆落をなして存在している。



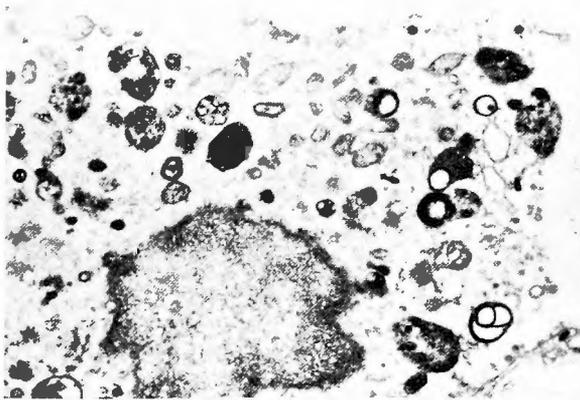
第8図 結核菌注入後3時間目の所謂塵埃細胞 ×9600  
結核菌が細胞体内に摂取されている。



第9図 a. 肺胞壁細胞 ×5100  
細胞質内に多量の墨汁粒子を摂取しており、細胞体の左端は未だ肺胞壁と連絡を保っている。



第9図 b. 所謂塵埃細胞 ×5400  
多量の墨汁粒子を摂取して、肺胞腔内に遊離しているが、明らかに、封入体及び多形性を示すミトコンドリアを認める。



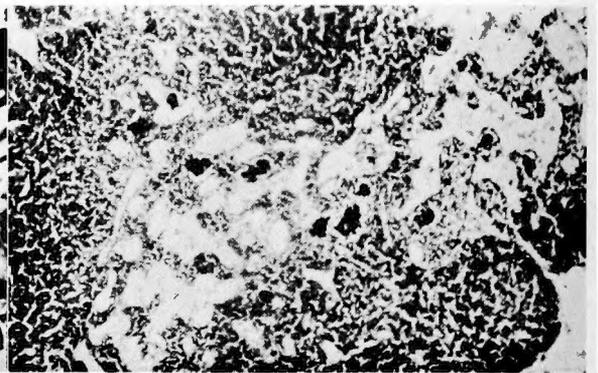
第9図 c. 所謂塵埃細胞 ×8500  
細胞膜が不明瞭となつていることから、遊出後長時間を経過したものと思われるが、なお明らかに封入体及び多形性のミトコンドリアを認める。



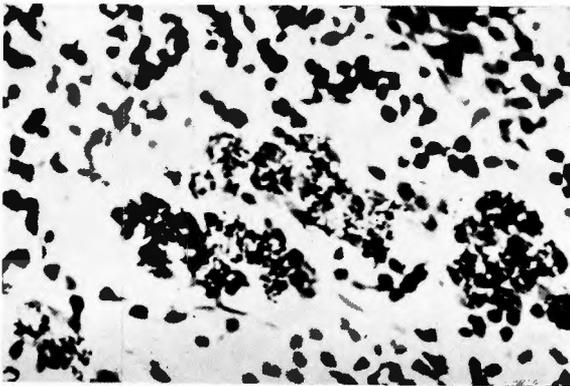
第10図 墨汁注入後5分目の上皮型リンパ組織 ×300  
墨汁粒子は、リンパ組織の周辺に沿い、粘膜固有層に相当する深さまで入っている。(図の左下方)



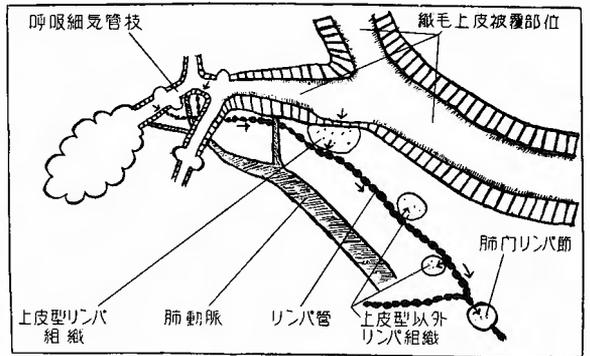
第11図 墨汁注入後15分目の上皮型以外のリンパ組織  
×400  
墨毛粒子は、リンパ管(図の左方)に近い部位に、細胞内と摂取されて認められる。図の右下方は気管支上皮である。



第12図 墨汁注入後20分目の肺門リンパ節 ×170  
墨汁粒子は多数の衆落をなしてリンパ節内に認められる。



第13図 墨汁及び結核菌注入後1時間目の肺門リンパ節  
×800  
墨汁粒子及び結核菌は、リンパ節内で衆落をなして集積している。



第14図 墨汁粒子及び結核菌の吸収後の移動径路  
→印は吸収された物質の移動方向を示す。